MONITOR ON-LINE DE BUSHINGS

BM

Manual Técnico

Índice

Parte	Título	Página
	Seguridad y Garantía	ii
I	Filosofía de Funcionamiento	I-1
II	Operación	II-1
III	Proyecto e Instalación	III-1
IV	Puesta en Servicio	IV-1
V	Apéndice	V-1

Nota: Al inicio de cada una de las partes se encuentra el índice detallado de ellas.

TREE TECH

SEGURIDAD Y GARANTÍA

Este manual debe estar disponible a los responsables por la instalación y a los usuarios del Monitor de Bushings (BM).

La instalación, manutención y operación de equipos en subestaciones de energía eléctrica requiere cuidados especiales y por lo tanto todas las recomendaciones de este manual, normas aplicables, procedimientos de seguridad, prácticas de trabajo seguras y buen juicio deben ser utilizadas durante la instalación, operación y manutención del Monitor de Bushings (BM).

AVISO

Para garantizar la seguridad de los usuarios, protección de los equipos y operación correcta, los siguientes cuidados mínimos deben ser seguidos durante la instalación y mantenimiento del BM:

1. Lea cuidadosamente este Manual antes de la instalación, operación y mantenimiento del BM. Errores en la instalación, manutención o en los ajustes del BM pueden causar averías a los bushings y a los equipos en que están aplicados, alarmas indebidas o aun pueden dejar de ser emitidas alarmas indicativas de problemas en los bushings.
2. La instalación, ajustes y operación del BM deben ser hechas por personal entrenado y familiarizado con bushings de alta tensión, dispositivos de control y circuitos de comando de equipos de subestaciones.
3. Atención especial debe ser dada a la instalación de los BM (ver capítulo 6), incluyendo el tipo y sección de los cables y bornes terminales utilizados, así como a los procedimientos para la colocación en servicio (capítulo 7), incluyendo la correcta parametrización del equipo (capítulo 7.1).

TÉRMINO DE GARANTÍA

El Monitor de Bushings BM será garantizado por Treetech por el plazo de 2 (dos) años, contados a partir de la fecha de adquisición, exclusivamente contra eventuales defectos de fabricación o vicios de calidad que lo hagan inapropiado para el uso regular.

La garantía no abarcará daños sufridos por el producto, en consecuencia de accidentes, malos tratos, manoseo incorrecto, instalación y aplicación incorrecta, ensayos inadecuados o rompimiento del sello de garantía.

La eventual necesidad de asistencia técnica deberá ser comunicada a TREETECH o a su representante autorizado, con la presentación del equipo acompañado del respectivo comprobante de compra.

Ninguna garantía, expresa o subentendida, además de aquellas citadas arriba está proveída por Treetech. (La) Treetech no provee cualquier garantía de adecuación del BM a una aplicación particular.

El vendedor no será imputable por cualquier tipo de daño a propiedades o por cualesquiera perdidas y daños que surjan, estén relacionados o resulten de la adquisición del equipo, de su performance o de cualquier servicio posiblemente proveído juntamente con el BM.

En ninguna hipótesis el vendedor será responsabilizado por perjuicios ocurridos, incluyendo pero no limitándose a: perdidas de lucros o rendimientos, imposibilidad de uso del BM o cualesquiera equipos asociados, costos de capital, costos de energía adquirida, costos de equipos, instalaciones o servicios sustitutos, costos de paros, reclamaciones de clientes o funcionarios del comprador, no importando si los referidos daños, reclamaciones o perjuicios están basados en contracto, garantía, negligencia, delito o cualquier otro.

En ninguna circunstancia el vendedor será imputado por cualquier daño personal, de cualquier especie.

Histórico de Revisiones

Rev. No.	Emitido	Por	Descripción
0	18-02-2004	M.Alves	Emisión original
1	22-03-2004	M.Alves	Revisadas unidades de tendencia de Capacitancia y tan delta (de pF/30 días y %/30 días para pF/día y %/día)
2	06-07-2004	M.Alves	Revisado número del manual de MA-008 para MA-007
3	12-08-2004	M.Alves	Añadidas variables 186 a 200 en el mapa de registradores Modbus (firmware versión 1.02)
4	16-08-2004	M.Alves	Revisado mapa de registradores Modbus, registradores 23 a 104. Revisados capítulos 6.1.2 y 6.2.1.b y figuras 6.6, 6.8, 6.9 y 6.10
5	13-01-2005	M.Alves	Revisado Módulo de Medición BM-MM: tensión de alimentación, parametrización de dirección, disposición de terminales de conexión. Revisados capítulos 6.1.2, 6.2.1.a y 7. Revisado apéndice A.2. Revisadas figuras 5., 6.3, 6.5, 6.8, 6.10, 7.1 y 7.2. Añadido capítulo 7.2. Añadida figura 7.3.

Parte I - Filosofía de Funcionamiento

Índice de Asuntos

Capítulo	Título	Página
1	Introducción	I-2
2	Campo de Aplicación	I-3
3	Metodologia	I-4

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
1.1	Monitor de Bushings BM	I-2
1.2	Forma constructiva de un bushing	I-3
1.3	Circuito equivalente de un bushing energizado	I-4
1.4	Corrientes de fuga y suma de tres bushings en un sistema trifásico	I-6

1. Introducción

Los bushings son accesorios aplicados en equipos de alta tensión con el objetivo de proporcionar el paso de la corriente eléctrica entre el medio externo y el interior del equipo, proveyendo también el aislamiento necesario en relación a la carcasa del equipo. Algunos de los ejemplos de aplicación más comunes son transformadores de potencia, reactores de derivación y conectores de alta tensión.

A pesar de tratarse de un accesorio de los diversos equipos citados y que, en general, su costo individual es relativamente pequeño comparado al costo global del dispositivo, los bushings desempeñan una función esencial en la operación del equipo.

Por otro lado, los bushings están sujetos a esfuerzos dieléctricos considerables y una falla en su aislamiento puede reflejarse en daños no solamente al bushing, sino también al equipo a que está asociado. En casos extremos, una falta dieléctrica en un bushing puede llevar a la total destrucción del equipo de alta tensión (en el caso de un transformador de potencia, por ejemplo, los perjuicios en una ocurrencia de este porte pueden representar algunos centenares de veces el costo del bushing que originó el problema).

El monitor de Bushings BM Treetech permite que sea efectuada de forma on-line, con el bushing energizado, el monitoreo de la capacitancia y del factor de disipación (tangente delta) del aislamiento del bushing, que son importantes variables para la detección precoz del deterioro del aislamiento. Con eso, pueden ser evitadas fallas potencialmente catastróficas, al detectarse los problemas aun en fase incipiente.

Figura 1.1 – Monitor de Bushings BM

2. Campo de aplicación

Entre los diversos tipos de bushing existentes, se destacan para aplicación en equipos de alta y extraalta tensión los bushing del tipo capacitivo, en que su cuerpo aislante consiste de diversas capas aislantes cilíndricas cuya función es uniformizar al máximo el campo eléctrico. La capa conductora más interna puede estar eléctricamente conectada al conductor principal, de modo a aumentar el radio y disminuir el campo eléctrico en esta región (disminuyendo también los intensos campos eléctricos que pueden ser causados por rugosidades en el conductor principal). La capa conductora más externa es conectada al borde del bushing y esta a su vez a tierra. Las camadas conductoras intermedias sin embargo permanecen aisladas, con potencial flotante. Para aplicación a la intemperie, todo este conjunto estará contenido en un envoltorio impermeable, frecuentemente de porcelana. La conexión de la última capa (o de una de las últimas capas) conductora al tierra es hecha generalmente a través de una conexión removible próxima a la base del bushing, denominada tap de tensión o tap de test. Ver figura 1.2.

El conjunto descrito arriba actúa eléctricamente como diversos capacitores conectados en serie, formando un divisor de tensión capacitivo. De esta forma, la diferencia de potencial total del conductor principal en relación a tierra es dividida igualmente entre los diversos capacitores.

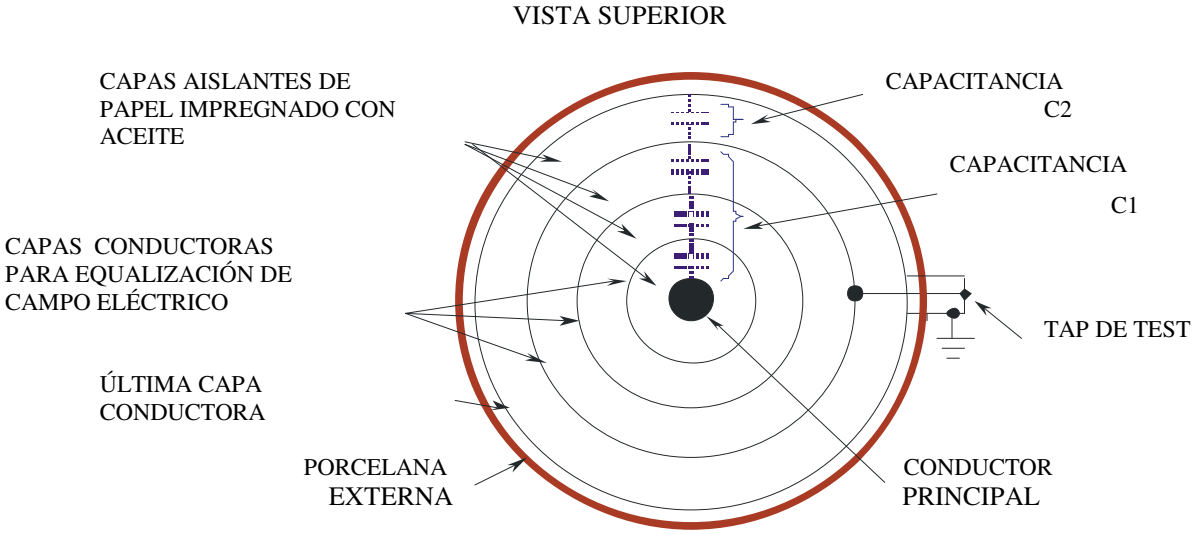


Figura 1.2 – Forma constructiva de un bushing

Cuando la tensión de operación es aplicada a un bushing, una corriente, denominada corriente de fuga, pasa a circular a través de su aislamiento, debido principalmente a su capacitancia y en mucho menor proporción debido a sus pérdidas dieléctricas (expresadas por el factor de disipación o tangente delta). La figura 1.3 ilustra esta situación; en esta figura podemos observar el equivalente eléctrico obtenido con la construcción mostrada en la figura 1.2, ya con el bushing energizado.

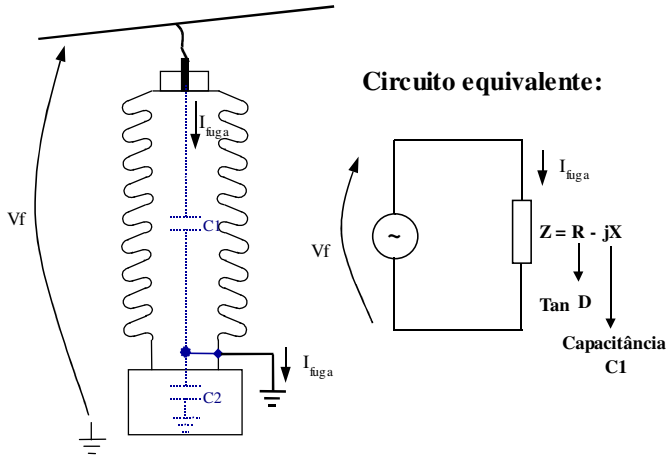


Figura 1.3 – Circuito equivalente de un bushing energizado

El objetivo del monitoreo on-line de bushings es la detección de alteraciones en el aislamiento del bushing todavía en su fase inicial, indicando el desarrollo de condiciones que podrán llevar a la falta dieléctrica del equipo. Para esto es necesario detectar, con el bushing energizado, cambios en la capacitancia y en la tangente delta del aislamiento, o sea, cambios en la impedancia "Z" del aislamiento del bushing.

3. Metodología

En cada uno de los bushings la corriente de fuga I_{fuga} fluye a través de la capacitancia C1 hacia tierra, pasando por el tap de test, siendo esta corriente función de la tensión fase-tierra y de la impedancia del aislamiento. De esta forma, cualquier alteración en la impedancia del aislamiento (capacitancia o factor de disipación) se reflejará en una alteración correspondiente en la corriente de fuga que, teoricamente, se podría utilizar para la detección de la alteración ocurrida en la impedancia.

Entretanto, uno de los obstáculos que se encuentra para la detección como se describe arriba es el orden de grandeza de las alteraciones que se desea monitorear. Alteraciones tan pequeñas cuanto un incremento algebraico del 0,3% en el factor de

disipación de un bushing pueden representar la diferencia entre un bushing nuevo, en buenas condiciones, y un bushing en el límite del aceptable. Queda evidente que una alteración tan pequeña en el factor de disipación provocará una alteración practicamente insignificante en la corriente de fuga del bushing, tornando inviable su detección solamente por medio del monitoreo de la corriente de fuga de cada bushing.

Una de las técnicas que permite superar la limitación práctica demostrada es la utilización de la suma vectorial de la corriente de fuga de los tres bushings en un sistema trifásico. En un arreglo como este, las tres corrientes de fuga están defasadas entre sí en aproximadamente 120°, y normalmente tienen el mismo orden de magnitud, pues los tres bushings tienen capacitancias en principio semejantes y las tensiones de las tres fases están próximas del equilibrio. Con eso, la suma de las tres corrientes de fuga tiende a un valor bastante menor que cada una de las corrientes de fuga tomadas individualmente, como está ilustrado en la figura 1.4.(a) para una dada condición inicial de capacitancia y factores de disipación.

Suponiendo que ocurra una alteración en la capacitancia y en el factor de disipación del bushing de la fase A, como mostrado en la figura 1.4.(b), el *Vector Alteración* que expresa el flujo de la corriente ***Ia*** de su valor inicial hasta su valor final se refleja también en la corriente sumada, que es alterada en relación a su valor inicial conforme el mismo *Vector Alteración*. Este *Vector Alteración* no significa practicamente nada cuando comparado a la magnitud de la corriente de fuga de la fase A. Pero lo mismo no ocurre cuando este vector es comparado a la corriente sumatoria, lo que permite su detección y, consecuentemente, la detección de la alteración ocurrida en la impedancia del bushing tratado.

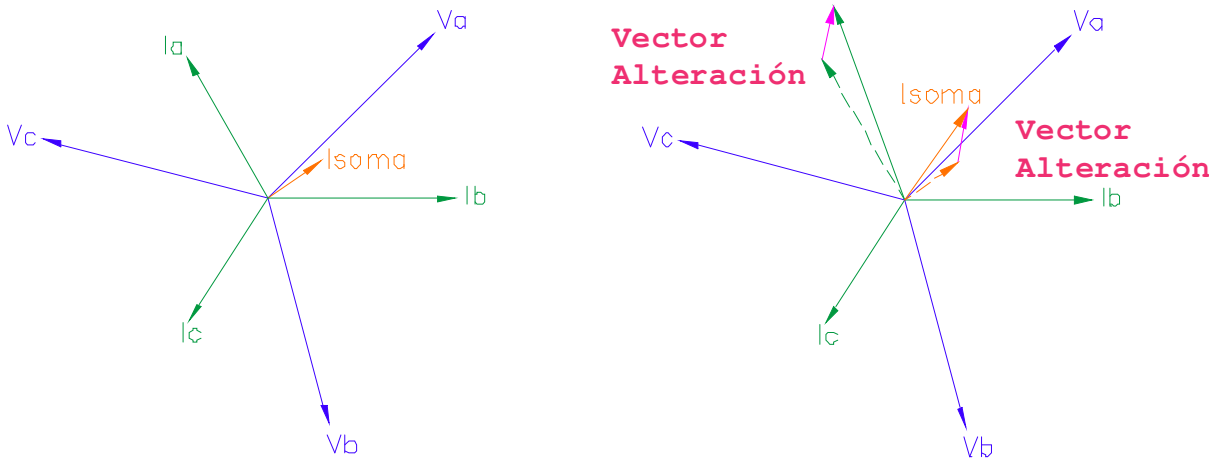


Figura 1.4 – Corrientes de fuga y suma de tres bushing en un sistema trifásico; (a) Para una dada condición inicial; (b) Con alteración en la capacitancia y factor de disipación del bushing de la fase A

Por lo expuesto arriba, se observan algunas características intrínsecas del método utilizado:

- Es necesaria la determinación de una referencia inicial de corrientes para el sistema, para en seguida compararla a las nuevas mediciones on-line, de forma a determinar las alteraciones ocurridas en la capacitancia y en el factor de disipación de los bushings;
- No es efectuada la medición de los valores absolutos de capacitancia y tangente delta de los bushings, pero sí la medición de las variaciones ocurridas en estos parámetros. Sin embargo, una vez que sean conocidos los valores iniciales de capacitancia y tangente delta de cada bushing (valores presentes en el momento en que es determinada la referencia inicial de corrientes), la medición de las variaciones ocurridas permite conocer los valores actuales de capacitancia y tangente delta;
- En el caso de bushings nuevos, pueden ser utilizados como valores iniciales de capacitancia y tangente delta los valores de placa determinados por el fabricante de los bushings. Pero, para bushings ya en operación es recomendable que, en la instalación del sistema de monitoreo on-line, sea efectuada la medición de estos parámetros a través de métodos convencionales, con los bushings no energizados. Con eso se garantiza que están siendo utilizados por el sistema de monitoreo valores iniciales correctos.

Una otra cuestión no planteada hasta este punto es que las corrientes de fuga y la corriente sumatoria son influenciadas no sólo por los cambios en la capacitancia y tangente delta de los bushings, sino también por alteraciones en las tensiones fase-tierra en cada bushing. Esta influencia es eliminada por medio de tratamientos matemáticos y estadísticos realizados en las mediciones, razón por la cual el proceso de determinación de la referencia inicial de corrientes es efectuado en un período de tiempo de 10 días después del inicio de operación del sistema de monitoreo. Ya el proceso de medición de las alteraciones ocurridas, por las mismas razones, tiene un tiempo de respuesta para alcanzar la estabilización en el valor final después de un grado de cambio de aproximadamente 10 días en la capacitancia o en la tangente delta.

Como expuesto ya anteriormente en la introducción, la construcción física del bushing da origen a un divisor de tensión capacitivo, siendo la porción inferior de este divisor normalmente cortocircuitada aterrando el tap del bushing, de modo que la tensión de este en relación al tierra es de cero volts. Para que sea posible la medición de la corriente de fuga del bushing, este aterramiento directo es removido y sustituído por el circuito de medición de la corriente de fuga. Debido a la baja impedancia de este circuito, la tensión del tap en relación a tierra permanece próxima de cero. Se debe observar que, en caso de interrupción accidental de este circuito de medición, el divisor de tensión capacitivo generará una tensión en el tap del bushing que normalmente es superior a la rigidez dieléctrica del tap en relación a tierra, con riesgos de daños al bushing.

Para evitar esta ocurrencia, el adaptador de conexión al tap del bushing está proveído de un dispositivo limitador de tensión que entra en conducción en caso de apertura del circuito de medición, constituyendo un camino de baja impedancia para la corriente de fuga, de modo que la tensión del tap en relación a tierra permanece en pocos volts. Este dispositivo limitador no está susceptible a desgastes de naturaleza eléctrica o mecánica, lo que permite que conduzca la corriente de fuga por tiempo indeterminado.

Parte II - Operación

Índice de Asuntos

Capítulo	Título	Página
4	Operación local del Monitor de Bushings BM	II-2
4.1	Indicaciones primarias en el display	II-2
4.1 a)	Pantalla de presentación	II-2
4.1 b)	Pantallas de mediciones de Capacitancia y Tangente Delta	II-3
4.1 c)	Pantallas de mediciones de Corrientes de Fuga	II-3
4.1 d)	Pantalla de alarmas	II-4

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
4.1	Pantalla de presentación	II-2

4. Operación Local el Monitor de Bushings BM

La operación local del Monitor de Bushings es efectuada a través del panel frontal del Módulo de Interface BM-MMI, por medio de sus teclas frontales y con el auxilio de los displays del equipo.

4.1 Indicaciones primarias en el display

Durante la operación normal del sistema, están disponibles para el operador cuatro tipos de pantallas de informaciones: Pantalla de Presentación, Pantallas de Mediciones de Capacitancia y Tangente Delta, Pantalla de Mediciones de Corrientes de Fuga y Pantalla de Indicaciones de Alarmas. La selección de la pantalla que se desea visualizar puede ser efectuada a través de las teclas y , o entonces presionando repetidamente la tecla .

Después de un período de 10 segundos sin presionar cualquier tecla, el equipo pasará automáticamente a indicar la pantalla estándar, que puede ser:

- La pantalla de mediciones, caso no haya ningúna alarma activa; o
- La pantalla de indicaciones de alarmas, caso no haya una o más alarmas activas.

Enseguida serán mostradas la informaciones disponibles en cada uno de los tipos de pantalla:

a) Pantalla de Presentación:

Trae las informaciones del número de serie, versión de firmware y fecha y hora del reloj interno, además de identificar el fabricante y el equipo.

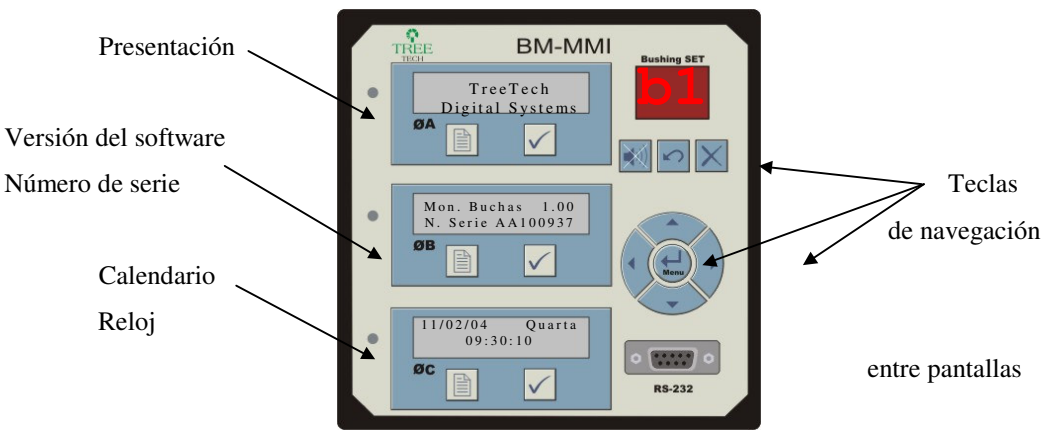
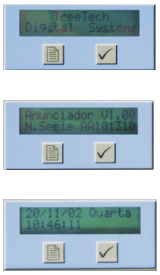


Figura 4.1 – Pantalla de Presentación

b) Pantallas de Mediciones de Capacitancia y Tangente Delta:

Presenta las mediciones actuales de capacitancia y tangente delta para los bushings de las tres fases de cada uno de los conjuntos trifásicos monitoreados, además de las tendencias de evolución de tales mediciones.

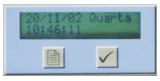
En la pantalla de mediciones de capacitancia y tangente delta, el display LED de 2 dígitos presenta el conjunto de bushings que está siendo utilizado. En una aplicación en que sean utilizados 3 conjuntos, este display indica respectivamente “b1”, “b2” y “b3” para los conjuntos 1, 2 y 3. Para alterar el grupo que está siendo visualizado, presionar las teclas y .



En la pantalla de mediciones los 3 displays LCD alfanuméricos presentan, de arriba para bajo, las mediciones para las fases A, B y C. Como estándar, estos displays mostrarán la mediciones actuales de capacitancia en la línea superior y de tangente delta en la línea inferior. Presionando una vez la tecla en cualquier de las fases, es efectuada la consulta de la tendencia de evolución para la capacitancia de aquella fase, en pF/día. Presionando nuevamente la tecla , es efectuada la consulta de la tendencia de evolución para la tangente delta de la misma fase, en %/día (siendo el porcentual la unidad de medida de la tangente delta). Presionando una vez más esta tecla se retorna a la indicación de la capacitancia y tangente delta.

c) Pantallas de Mediciones de Corrientes de Fuga:

Presenta las mediciones actuales de las corrientes de fuga de los bushings de las tres fases de cada uno de los conjuntos trifásicos monitoreados. El único propósito de estas mediciones es chequear la corrección de la instalación y el funcionamiento del monitor de bushings durante su colocación en servicio.

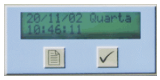
En la pantalla de mediciones de corrientes de fuga, el display LED de 2 dígitos presenta cual el conjunto de bushings está siendo visualizado. En una aplicación en que sean utilizados 3 conjuntos, este display indica respectivamente “b1”, “b2” y “b3” para los conjuntos 1, 2 y 3. Para alterar el grupo que está siendo visualizado, presionar las teclas y


En la pantalla de mediciones los 3 displays LCD alfanuméricos presentan, de arriba para bajo, las mediciones de las corrientes de fuga para las fases A, B y C, así como el módulo y la fase de la suma de estas corrientes.

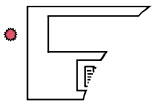
d) Pantalla de Alarmas:

Funciona como un anunciador de alarmas, presentando las ocurrencias de alarmas (por mediciones arriba del valor de alarma ajustado o por fallas internas), permitiendo su reconocimiento y la consulta de las fechas y horas de inicio de la alarma, de su fin y de su reconocimiento. En caso no existan alarmas activas, esta pantalla no estará accesible para la consulta.

Display de Eventos – En la pantalla de alarma, el display LED de 2 dígitos presenta el número total de alarmas todavía no reconocidas por el usuario. Así es posible saber, en el caso de haber tres alarmas simultáneas indicadas en los displays LCD, si hay más alarmas no reconocidas además de estas tres. Si hay más de tres alarmas activas simultáneamente, independiente de estar reconocidas o no, la pantalla de indicación de alarmas estará dividida en varias páginas, cada una con 3 alarmas, y la navegación entre las páginas puede ser efectuada presionando la teclas y .



En la pantalla de alarmas, los 3 displays LCD alfanuméricos presentan como estándar los textos de las alarmas activas. Presionando una vez la tecla en una determinada alarma es efectuada la consulta de la fecha y hora de inicio de esta alarma. Presionando nuevamente la tecla, es efectuada la consulta de la fecha y hora en que esta alarma fue reconocida por la última vez (si la alarma actual todavía no fue reconocida, esta información corresponderá a la ocurrencia anterior de esta misma alarma). Presionando nuevamente la tecla, es efectuada la consulta de la fecha y hora de la última finalización de esta alarma, que corresponderá a la ocurrencia anterior de esta misma alarma. Presionando nuevamente la tecla, es mostrado el número del evento, que es utilizado internamente por el equipo para ordenación de todos los eventos existentes. Presionando una vez más esta tecla se retorna a la indicación del texto de la alarma.



Los LEDs dispuestos del lado izquierdo de cada display LCD señalizan la condición actual del evento con relación a su reconocimiento y finalización, de acuerdo con la secuencia de señalización ISA seleccionada. En el apéndice C están mostradas las secuencias ISA disponibles y su funcionamiento.

Reconocimiento del Evento: presionando esta tecla es mostrada en el display LCD el mensaje: “Confirma Reconocimiento?”. La confirmación del reconocimiento es efectuada presionando esta tecla nuevamente. Sólo en el caso de las secuencias de señalización ISA-2A y ISA-2C, esta tecla permite también el “reSet de la lámpara” después del reconocimiento y normalización del evento. Ver apéndice C.

Liberación Sonora: silencia la sirena externa, en caso sea utilizada.

Cancela: Sólo en el caso de secuencias de señalización ISA-2A y ISA-2C, esta tecla permite el “reSet de lámparas” después del reconocimiento y normalización de los eventos. Ver apéndice C.

Parte III – Proyecto e Instalación

Índice de Asuntos

Capítulo	Título	Página
5	Topología del Sistema	III-3
5.1	Ejemplos de Aplicación	III-5
6	Proyecto e Instalación	III-11
6.1	Instalación Mecânica	III-11
6.1.1	Adaptador de tap de Medición	III-11
6.1.2	Módulo de Medición – BM-MM	III-13
6.1.3	Módulo de Interface – BM-MMI	III-14
6.2	Instalación Eléctrica	III-15
6.2.1	Módulo de Medición – BM-MM	III-15
6.2.2	Módulo de Interface – BM-MMI	III-17
6.2.3	Esquemas de Conexión	III-20

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
5.1	Partes constituyentes del Monitor de Bushings BM	III-4
5.2	Diagrama de bloques de interconexión	III-4
5.3	Topología de Aplicación con Transformador Trifásico	III-6
5.4	Topología con 2 Bancos de Transformadores Monofásicos + Reserva	III-7
5.5	Topología de Aplicación con 2 Bancos de Transformadores Monofasicos + Reserva + 1 Banco de Reactores Monofásicos utilizando 3 Módulos de Interface	III-8
5.6	Topología de Aplicación con 2 Bancos de Transformadores Monofasicos + Reserva + 1 Banco de Reactores Monofásicos utilizando 2 Módulos de Interface	III-9

Índice de Figuras (continuação)

5.7	Topología de Aplicación con 1 Banco de Reactores Monofasicos + Reserva	III-10
6.1	Conexión del cable de medición al Adaptador de tap del bushing	III-12
6.2	Tapa trasera del Adaptador de tap del bushing – apertura para instalación de prensa-cable	III-12
6.3	Dimensional Módulo de Medición – BM-MM	III-13
6.4	Dimensional Módulo de Interface – BM-MMI	III-14
6.5	Bornes intermedios cortocircuitables para las corrientes de fuga de los bushings	III-16
6.6	Detalles de conexión y aterramiento del blindaje de los cables de medición de corrientes de fuga	III-16
6.7	Detalles de conexión y aterramiento del blindaje de los cables de interconexión entre Módulos de Medición y Módulo de Interface	III-19
6.8	Diagrama básico de conexión para aplicación en un transformador trifásico monitoreando 3 conjuntos de bushings	III-22
6.9	Diagrama básico de conexión para aplicación en un banco de transformadores monofásicos monitoreando 2 conjuntos de bushings	III-23
6.10	Diagrama básico de conexión para aplicación en un reactor trifásico monitoreando 1 conjunto de bushings	III-24

5. Topología del Sistema:

El Monitor de Bushings BM está constituído de 3 partes básicas (ver figura 5.1):

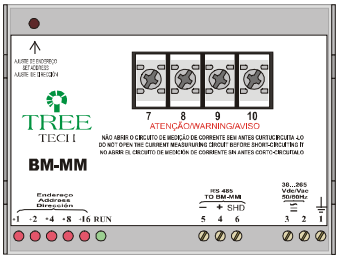
- Adaptador para tap de test o tap de tensión – provee la conexión eléctrica al tap del bushing, garantizando también su rigidez mecánica y protección contra intemperies. Incorpora también la protección contra apertura accidental del circuito de medición, evitando que el tap permanezca abierto. La construcción mecánica del adaptador varia, según los diferentes taps de los bushings existentes en el mercado;
- Módulo de Medición BM-MM – recibe las corrientes de fuga de tres bushings de un conjunto trifásico, efectúa las mediciones de estas corrientes y un primer nivel de procesamiento de las informaciones, habilitándolas para el Módulo de Interface (BM-MMI) a través de una puerta de comunicación serial RS485;
- Módulo de Interface BM-MMI – recibe las informaciones de uno, dos o tres módulos de medición (BM-MM) y efectúa su procesamiento matemático y estadístico, habilitándolo como resultado los valores actuales de capacitancia y tangente delta de cada bushing en los displays frontales. Provee también salidas analógicas (mA), contactos de alarma y puertas de comunicación serial RS485 y RS232 disponibles para el usuario.

La figura 5.2 ilustra las interconexiones entre estas partes.

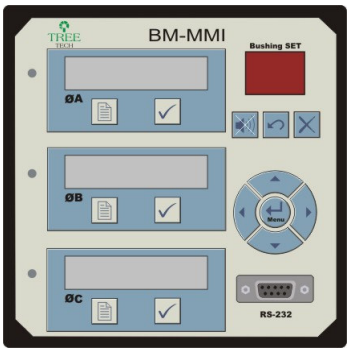
También son necesarios para la implementación del sistema de monitoreo de bushings BM los siguientes puntos:

- Cable blindado trenzado para interconexión de las puertas de comunicación serial de los módulos de medición BM-MM y del módulo de interface BM-MMI;
- Cable blindado trenzado para conexión entre el adaptador para el tap del bushing y el módulo de medición BM-MM.

(a)



(b)



(c)

Figura 5.1 - Partes constituyentes del Monitor de Bushings BM.

(a) Adaptador para tap de test o de tensión;

(b) Módulo de medición BM-MM; (c) Módulo de Interface BM-MMI.

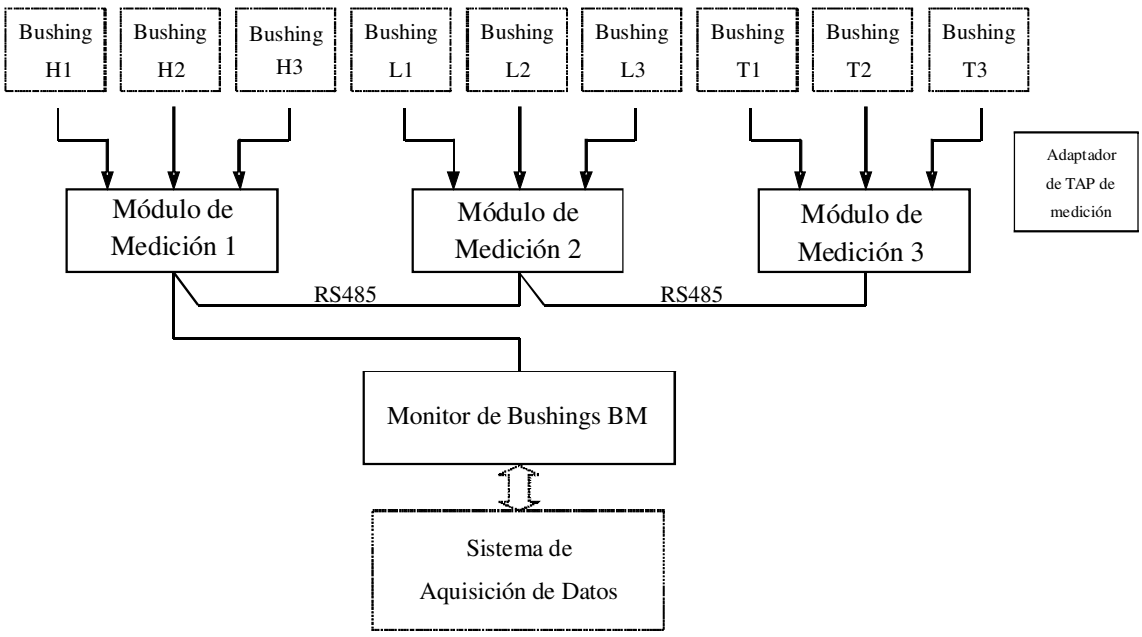


Figura 5.2 – Diagrama de Bloques de Interconexión

5.1 Ejemplos de aplicación

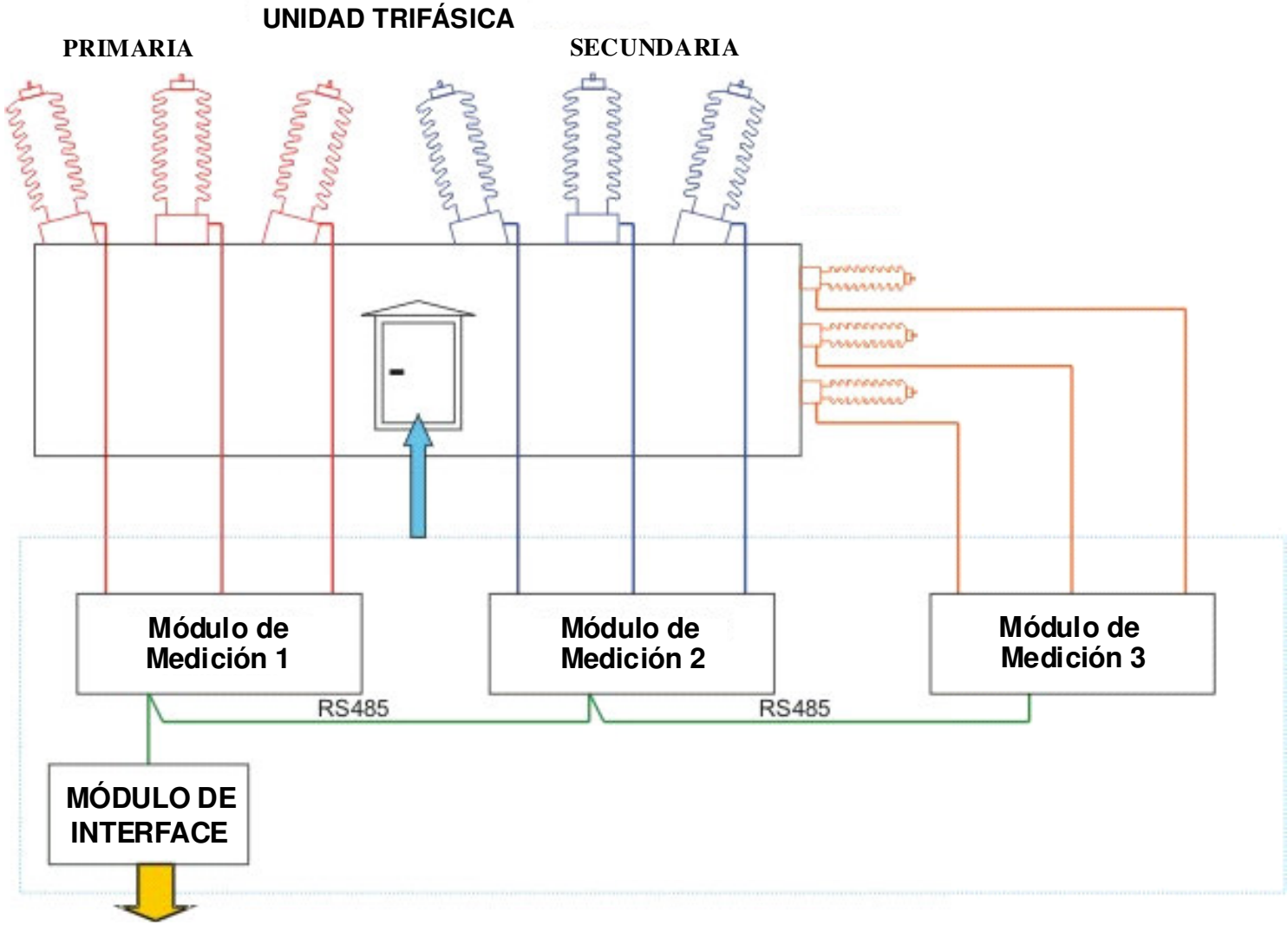
El sistema de monitoreo de bushings BM tiene una concepción modular, en que un Módulo de Interface puede recibir información de hasta tres Módulos de Medición. Esta concepción permite que sean hechas diversas combinaciones de aplicaciones en transformadores trifásicos, monofásicos, reactores o combinaciones de estos equipos. En las figuras que siguen son presentados algunos ejemplos de posibles configuraciones de aplicación del Sistema de Monitoreo de Bushings BM.

Observar que el caso existan transformadores o reactores de reserva, sus bushings solamente serán monitoreados cuando entren en servicio. Para esto, se debe conectar los cables provenientes del adaptador del tap del bushing de reserva al módulo de medición en la posición anteriormente ocupada por el bushing que está fuera de servicio.

¡ATENCIÓN! – Especial cuidado debe ser tomado para garantizar que el tap de ningún bushing en operación sea dejado abierto, para no exponer al riesgo de graves daños al bushing y riesgo de muerte. Se recomienda que incluso en los bushings fuera de operación el tap sea mantenido aterrado, solamente retirándose el aterramiento en el momento de su reconexión al módulo de medición.

Siempre que haya la sustitución de cualquier bushing que está siendo monitoreado, en cualquiera de las situaciones ejemplificadas abajo u otras, se debe reprogramar los valores iniciales de capacitancia y tangente delta del bushing que está esta entrando en operación (submenú Valor Inicial) y seleccionar la opción de Recalcular la Referencia (submenú Recalcular):

- Entrada en operación de la unidad reserva;
- Salida de operación de la unidad reserva y retorno a la operación de la unidad normal;
- Sustitución de cualquier bushing siendo monitoreado por un nuevo bushing.


UNIDAD TRIFÁSICA
PRIMARIA
SECUNDARIA
Módulo de Medición 1
Módulo de Medición 2
Módulo de Medición 3
RS485
RS485
MÓDULO DE INTERFACE
DRY CONTACTS
SALIDAS ANALÓGICAS mA
PUERTAS SERIALES

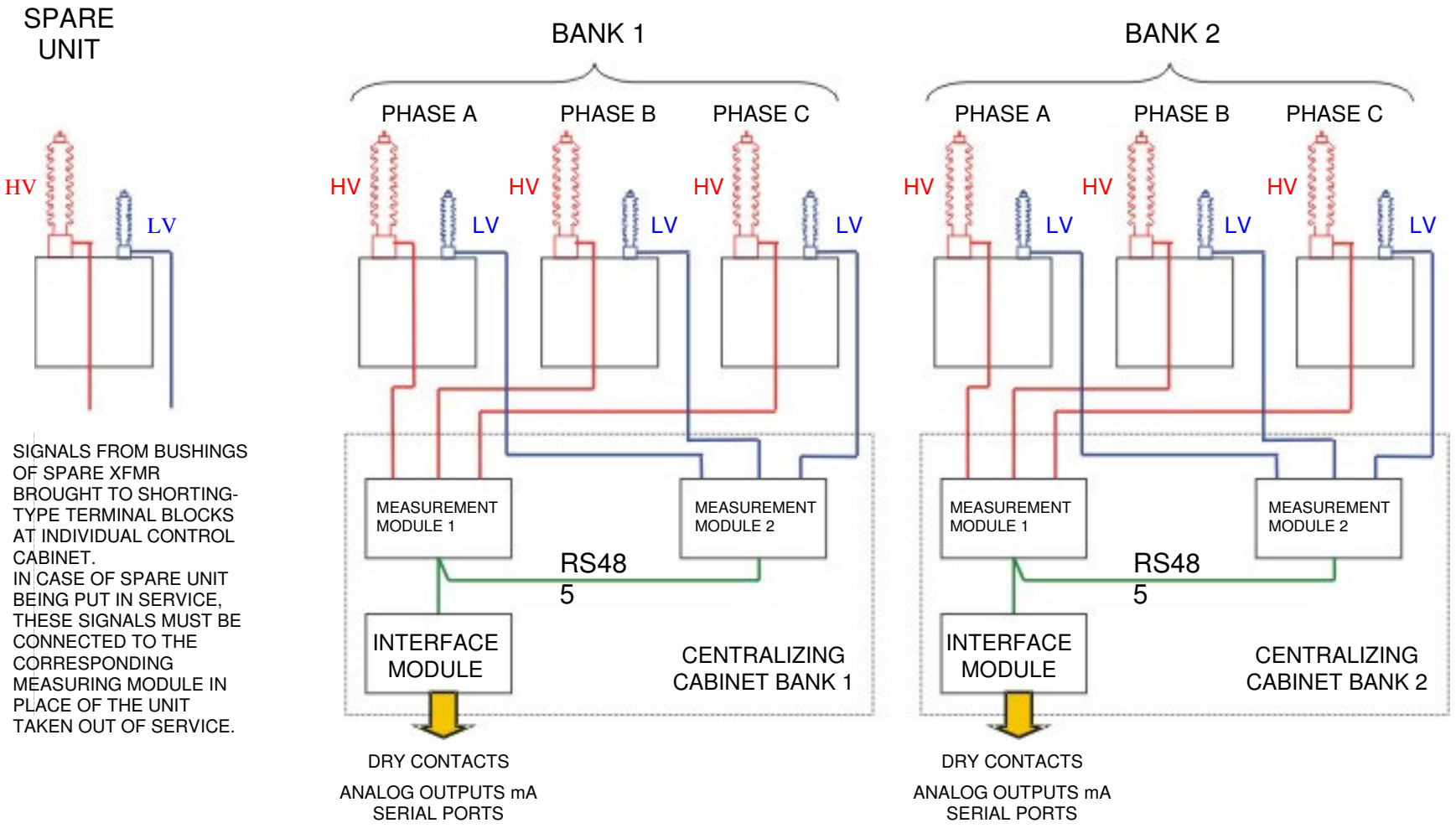


Figura 5.4 – Topología de Aplicación con 2 bancos de Transformadores Monofásicos + Reserva

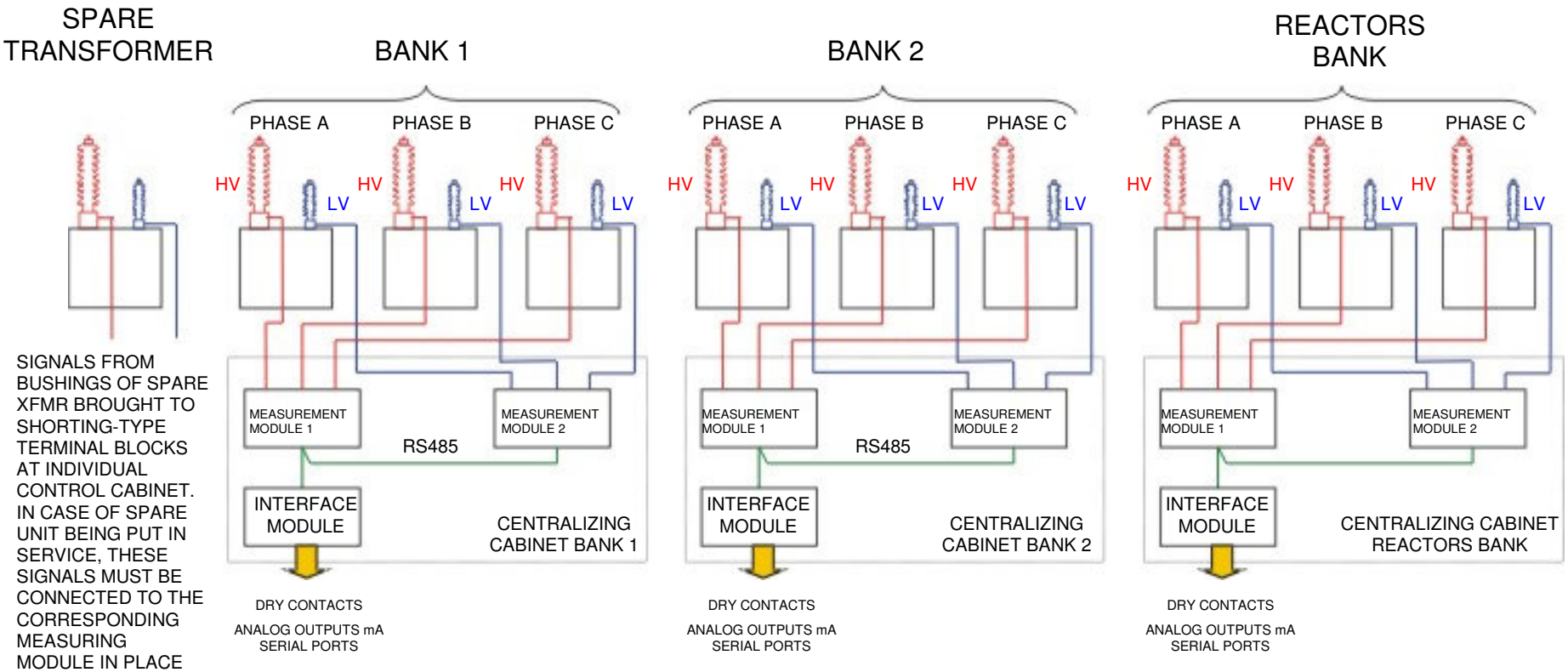

SPARE TRANSFORMER
BANK 1
BANK 2
REACTORS BANK
PHASE A
PHASE B
PHASE C
HV
LV
MEASUREMENT MODULE 1
MEASUREMENT MODULE 2
RS485
INTERFACE MODULE
CENTRALIZING CABINET BANK 1
CENTRALIZING CABINET BANK 2
CENTRALIZING CABINET REACTORS BANK
DRY CONTACTS
ANALOG OUTPUTS mA
SERIAL PORTS
SIGNALS FROM BUSHINGS OF SPARE XFMR BROUGHT TO SHORTING-TYPE TERMINAL BLOCKS AT INDIVIDUAL CONTROL CABINET. IN CASE OF SPARE UNIT BEING PUT IN SERVICE, THESE SIGNALS MUST BE CONNECTED TO THE CORRESPONDING MEASURING MODULE IN PLACE OF THE UNIT TAKEN OUT OF SERVICE.

Figura 5.5 : Topología de Aplicación con 2 Bancos de Transformadores Monofásicos + Reserva + 1 Banco de Reactores Monofásicos utilizando 3 Módulos de Interface

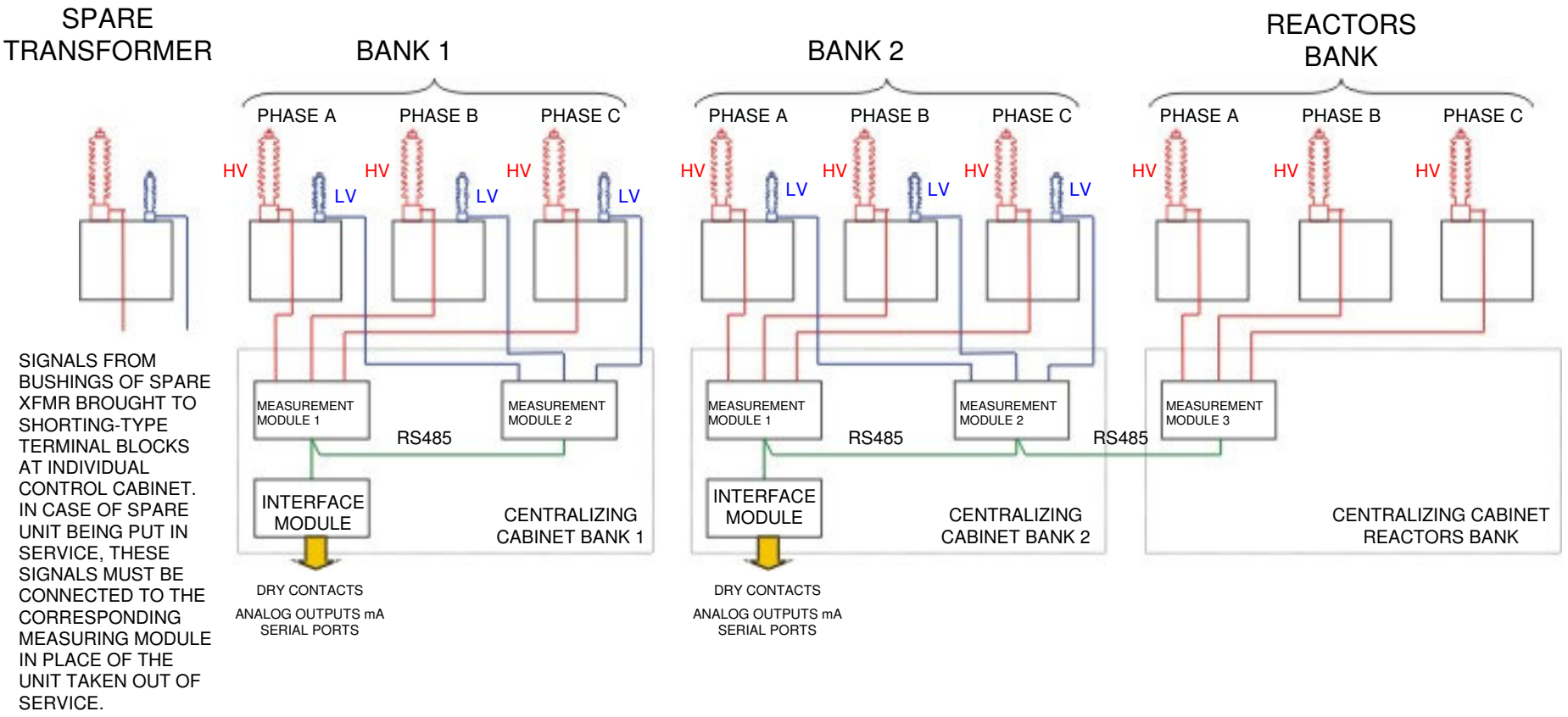

SPARE TRANSFORMER
BANK 1
BANK 2
REACTORS BANK
PHASE A
PHASE B
PHASE C
HV
LV
MEASUREMENT MODULE 1
MEASUREMENT MODULE 2
MEASUREMENT MODULE 3
RS485
INTERFACE MODULE
CENTRALIZING CABINET BANK 1
CENTRALIZING CABINET BANK 2
CENTRALIZING CABINET REACTORS BANK
DRY CONTACTS
ANALOG OUTPUTS mA
SERIAL PORTS
SIGNALS FROM BUSHINGS OF SPARE XFMR BROUGHT TO SHORTING-TYPE TERMINAL BLOCKS AT INDIVIDUAL CONTROL CABINET. IN CASE OF SPARE UNIT BEING PUT IN SERVICE, THESE SIGNALS MUST BE CONNECTED TO THE CORRESPONDING MEASURING MODULE IN PLACE OF THE UNIT TAKEN OUT OF SERVICE.

Figura 5.6 : Topología de Aplicación con 2 Bancos de Transformadores Monofásicos + Reserva + 1 Banco de Reactores Monofásicos utilizando 2 Módulos de Interface

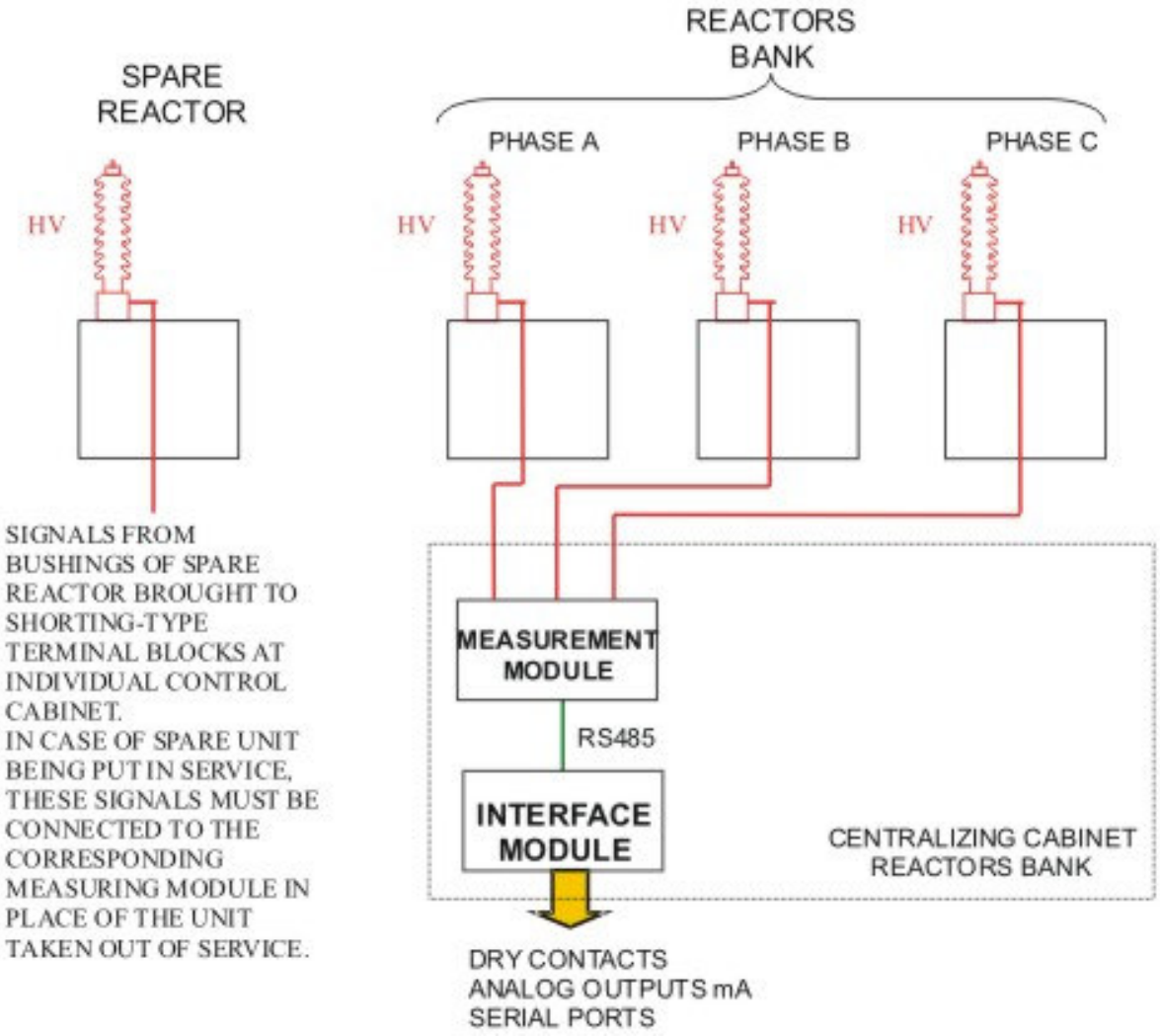


Figura 5.7 : Topología de Aplicación con 1 Banco de Reactores Monofásicos + Reserva

6. Proyecto e instalación:

6.1 Instalación Mecánica

Con excepción del adaptador de TAP de bushing, los equipos del sistema de Monitoreo de Bushings deben ser instalados protegidos de intemperies, abrigados en el interior de paneles. Debe haber un sistema anticondensación.

6.1.1 Adaptador de tap de Medición

Al inicio de la operación del monitor de bushings BM, será necesario parametrizar en el equipo los valores actuales de capacitancia y tangente delta de los bushings. En el caso de bushings ya en operación, será necesario efectuar la medición de estos parámetros de forma convencional, con el bushing no energizado. Portanto, se indica en este caso que se hagan estas mediciones antes de la instalación del Adaptador de Medición en los taps de los bushings.

El adaptador de tap de Medición de Bushing tiene sus dimensiones variables, debido a diferencias en la construcción mecánica de los taps de los bushings de diferentes fabricantes o aun entre diferentes modelos de un mismo fabricante.

En cualquier caso, deben ser utilizados terminales del tipo “ojal” para conexión del cable de medición al Adaptador. El tornillo de conexión tiene diámetro de 5mm.

¡ATENCIÓN!: Debe ser tomada la debida precaución para NO DESCONECTAR el dispositivo de protección contra apertura del tap proveído junto con el adaptador. Este dispositivo debe permanecer en paralelo con el cable de medición (ver figura 6.1).

La parte trasera del Adaptador, donde es hecha la conexión del cable de medición, está protegida por una tapa roscada. Esta tapa posee un hoyo central con diámetro de 20,5mm, que permite la utilización de una prensa-cable de ½” o equivalente (ver figura 6.2). El cable de medición puede ser adecuado para instalación a la intemperie, o pueden ser utilizados electrodos flexibles para protección. Para permitir mayor flexibilidad con relación al estándar utilizado en la instalación, las prensa-cables y los cables de medición no son proveídos con el monitor de bushings.

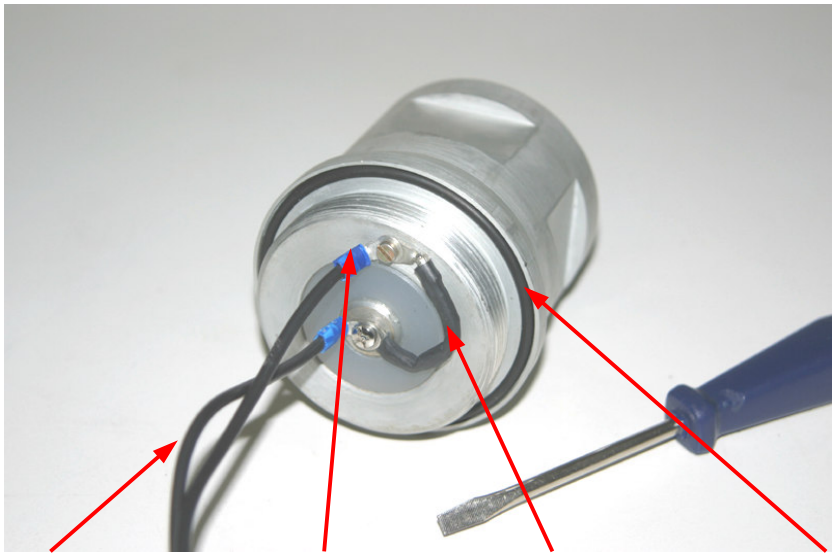

Shielded twisted-pair cable to the Measurement Module
Ring type terminal
Tap opening protection Do not disconnect
Sealing o-ring for the back cover

Figura 6.1 – Conexión del cable de medición del Adaptador de TAP de Bushing

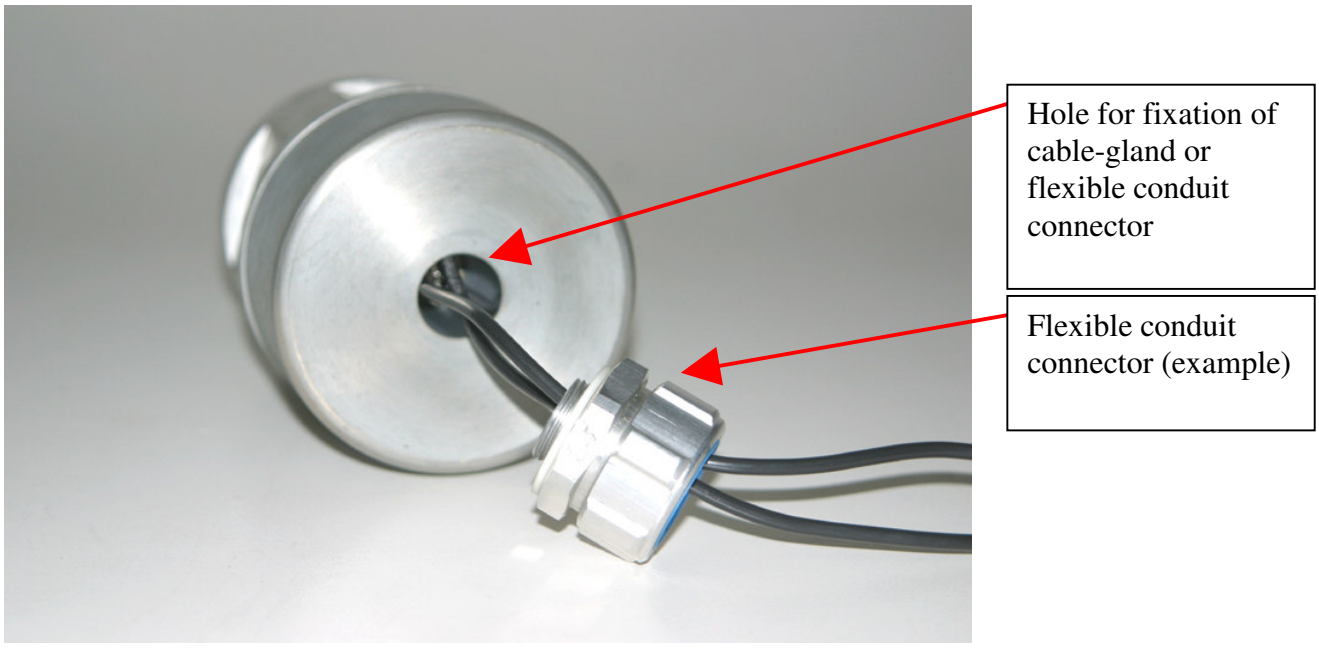


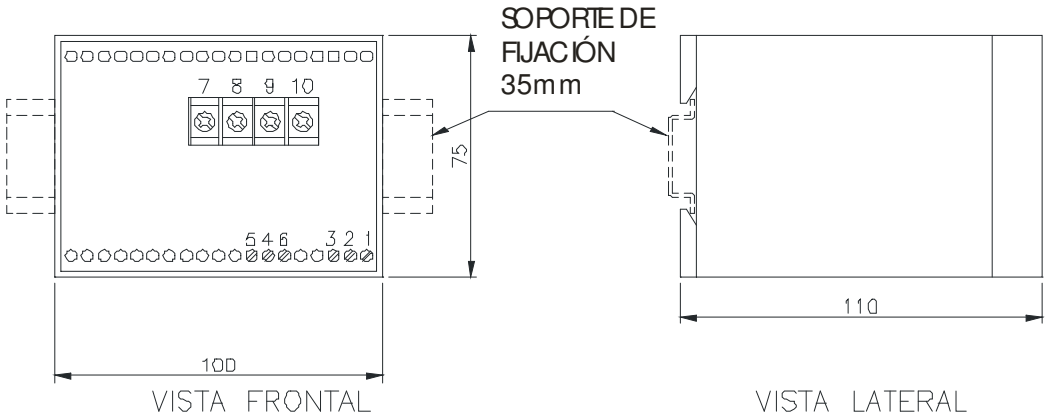
Figura 6.2 – Tapa trasera del Adaptador de TAP de Bushing – apertura para Instalación de prensa-cable

6.1.2 Módulo de Medición – BM-MM

El Módulo de Medición es adecuado para fijación en un soporte patrón DIN 35mm, pudiendo estar localizado, por ejemplo, en placas de montaje en el interior de paneles. En la figura 6.3 están mostradas las principales dimensiones del equipo.

Si se observan las recomendaciones de aterramiento del blindaje de los cables de ligación (ver capítulo 6.2.1.b), el Módulo de Medición BM-MM puede ser instalado a una distancia de hasta 500 metros de los bushings. De modo general, el Módulo de Medición debe estar localizado lo más próximo posible de los bushings a ser monitoreados, siendo el local ideal para la instalación del Módulo de Medición el interior del panel de control en la carcasa del transformador o en el panel centralizador del banco de transformadores, si se trata de bancos de transformadores monofásicos.

Los terminales de ligación están instalados en la parte frontal del BM-MM. Pueden ser utilizados cables de 0,5 a 2,5mm², nudos o con terminales del tipo “clavillo” (o “aguja”) para los circuitos de alimentación y de comunicación serial. Para los cables de medición de las corrientes de fuga provenientes de los taps de los bushings deben ser utilizados terminales del tipo “ojal” de hasta 2,5mm².



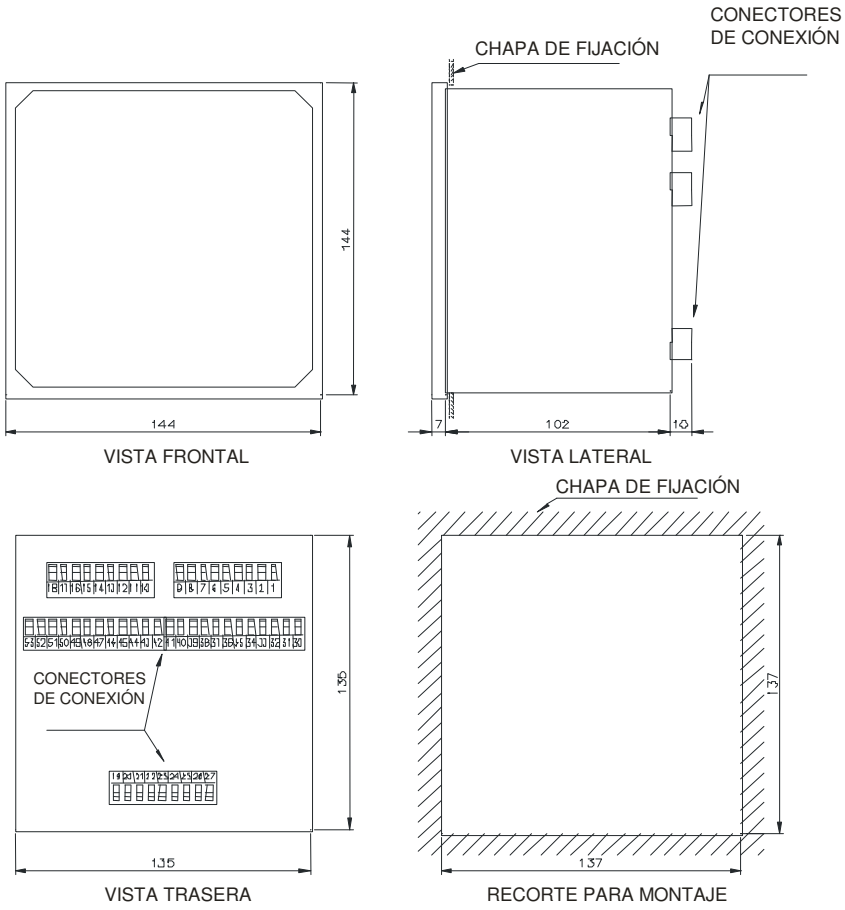
TODAS LAS DIMENSIONES EN mm

Figura 6.3 – Dimensional Módulo de Medición – BM-MM

6.1.3 Módulo de Interface – BM-MMI

El Módulo de Interface – BM-MMI es adecuado para instalación del tipo embutida, pudiendo ser fijado, por ejemplo, en puertas o chapas frontales de paneles. Las presillas para fijación son suministradas junto con el Módulo. En la figura 6.4 están mostradas las principales dimensiones del equipo, así como las dimensiones del recorte en la chapa para su inserción. Debe darse mucha atención al espesor de las capas de pintura de la chapa donde es hecho el recorte, pues en algunos casos, cuando es utilizada pintura de alto espesor, la disminución de la área del recorte puede incluso impedir la inserción del equipo.

Los terminales de conexión están instalados en 5 conectores removibles en la parte trasera del BM-MMI, facilitando las conexiones. Pueden ser utilizados cables de 0,5 a 2,5mm², nudos o con terminales del tipo “clavillo” (o “aguja).



TODAS LAS DIMENSIONES EM mm

Figura 6.4 – Dimensional Módulo de Interface – BM-MMI

6.2 Instalación Eléctrica

6.2.1 Módulo de Medición BM-MM

En este Módulo están disponibles las siguientes entradas y salidas:

a) Alimentación auxiliar y cable tierra:

Una entrada para alimentación universal (38 ~ 265 Vcc/Vca, 50/60HZ, @ 5W).

- entrada de alimentación: terminales 2 y 3.
- cable tierra: terminal 1.

b) Entradas de medición de las corrientes de fuga:

Recibe las corrientes de fuga de los bushings, provenientes de los Adaptadores de tap. Hay tres entradas en total, una para cada fase de un conjunto de bushings trifásico. El retorno de las corrientes de fuga para el cable tierra se da a través de un terminal común a las tres fases.

¡ATENCIÓN!: De modo alguno puede el tap del bushing permanecer abierto estando el bushing energizado. Así, ES ALTAMENTE RECOMENDABLE que los cables provenientes de los adaptadores de tap no sean conectados directamente a los módulos de medición; antes deben ser sean utilizados bornes intermedios del tipo cortocircuitable (como los utilizados para circuitos de transformadores de corriente). Vide figura 6.5.

De esta manera es posible cortocircuitar los bornes intermedios y desviar las corrientes de fuga, permitiendo la retirada de operación del módulo de medición aun con los bushings energizados.

El cable de ligación entre el Adaptador de tap y el Módulo de Medición debe ser del tipo par trenzado blindado. Para garantizar la resistencia mecánica de este cable, no se recomienda la utilización de calibres muy pequeños, de forma que reduzca la posibilidad de apertura accidental del tap del bushing. Vitolas de 18AWG u 0,75mm² son indicadas.

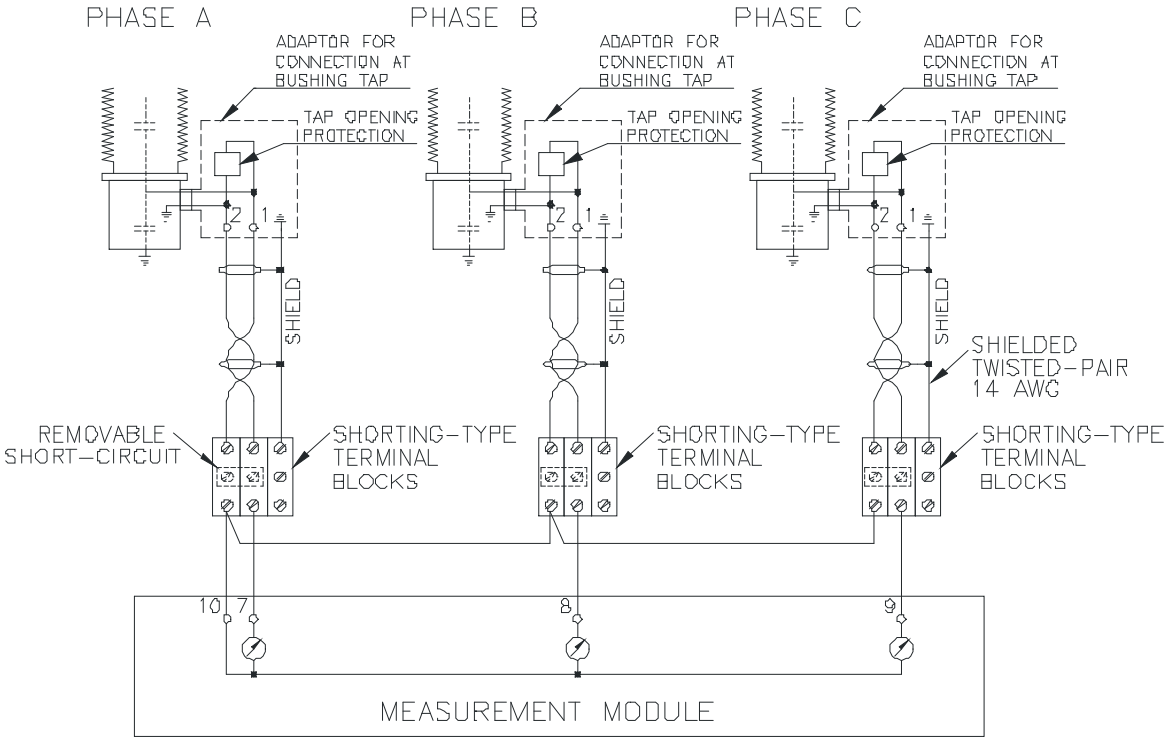


Figura 6.5 – Bornes curto-circuitáveis para as correntes de fuga das buchas.

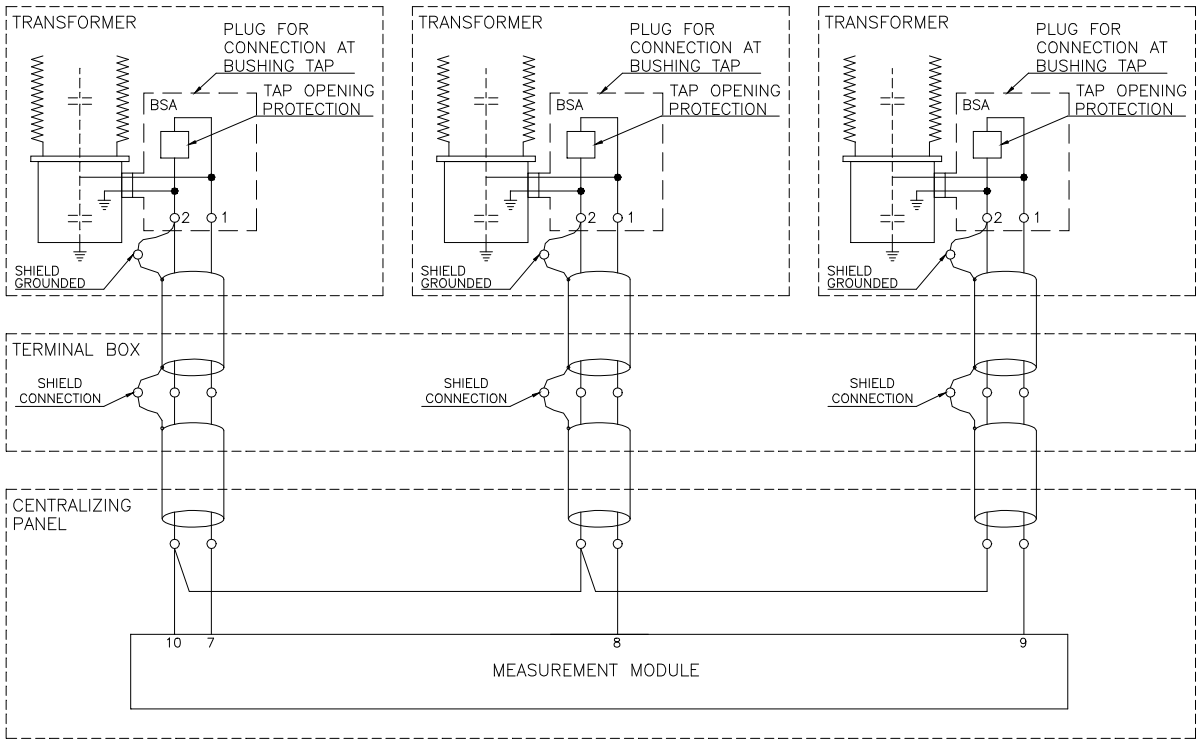


Figura 6.6 – Detalhes de conexão e aterramento da blindagem dos cabos de medição de correntes de fuga

En caso haya la necesidad de bornes intermedios para la conexión del cable entre el Adaptador de tap y el Módulo de Medición, pasar también el blindaje de este cable por el borne, evitando su interrupción. El trecho de cable sin blindaje debido a la enmienda debe ser lo más corto posible, y el blindaje debe ser aterrado en un único extremo. En caso que el módulo de medición esté instalado en el panel de control en la carcasa del transformador, el aterramiento del blindaje puede ser efectuado en el propio panel de control. Por otro lado, si el módulo de medición está instalado en un panel separado de la armazón del transformador, el blindaje deberá ser aterrado preferentemente en el adaptador de tap. (Ver) figura 6.6.

- Fase A: terminal 7
- Fase B: terminal 8
- Fase C: terminal 9
- Retorno de la señal de medición de los bushings: terminal 10

c) Puerta RS485:

Las puertas de comunicación serial RS485 de todos los módulos de medición deben estar interligadas por medio de un cable par trenzado blindado, manteniendo la malla sin interrupción hasta su terminación en la entrada específica del Módulo de Interface – BM-MMI. Pueden ser conectados hasta tres Módulos de Medición en un mismo Módulo de Interface.

- terminal 4: (+)
- terminal 5: (-)
- terminal 6: (malla)

6.2.2 Módulo de Interface BM-MMI

En este Módulo están disponibles las siguientes entradas y salidas:

a) Alimentación auxiliar y cable tierra:

Dos entradas para alimentación universal (85 ~ 265 Vcc/Vca, @ 5W, 50/60Hz) aisladas e independientes, formando un sistema de seguridad en caso falle una de ellas.

fuentes, indicando con una alarma la ocurrencia de esta condición. En caso sea utilizada una única fuente de alimentación, las dos entradas del BM-MMI deben ser conectadas en paralelo, evitando así la alarma de falla de una de las alimentaciones.

- entrada de alimentación principal: terminales 19 y 20
- entrada de alimentación secundaria: terminales 26 y 27
- cable tierra: terminal 23

b) Relé de Autodiagnóstico:

Contacto libre de potencial reversible (NAF), señaliza faltas de la alimentación auxiliar o cualquier falla interna detectada por el sistema de autodiagnóstico. Al energizar el Módulo de Interface, este contacto cambia de estado, retornando a la posición de reposo en la ocurrencia de la falla.

- terminales 4-5 (NF) y 5-6 (NA)

c) Contactos de señalización:

Seis contactos libres de potencial normalmente abiertos (NA), para señalización de alarmas por valores altos, muy altos o aún por tendencias de elevación altas de la capacitancia y/o tangente delta. La función de señalización de cada contacto es programada por el usuario, pudiendo un mismo contacto señalizar más de un tipo de alarma de acuerdo a una lógica OU. También la lógica de operación de los contactos es seleccionada por el usuario (actuar o retornar al reposo en la ocurrencia de la alarma).

- Relé 1: terminales 30-31
- Relé 2: terminales 32-33
- Relé 3: terminales 34-35
- Relé 4: terminales 36-37
- Relé 5: terminales 38-39
- Relé 6: terminales 40-41

d) Salidas en loop de corriente:

Seis salidas en loop de corriente (mA) para indicación remota de los valores actuales de capacitancia y tangente delta de los bushings. Son seleccionables por el usuario

el rango de corriente de salida (0-1mA, 0-5mA, 0-10mA, 0-20mA u 4-20mA), la medición asociada a cada salida y los valores correspondientes al fondo de escala de las salidas.

- Salida 1: terminales 42 (+), 43 (-)
- Salida 2: terminales 44 (+), 45 (-)
- Salida 1: terminales 46 (+), 47 (-)
- Salida 1: terminales 48 (+), 49 (-)
- Salida 1: terminales 50 (+), 51 (-)
- Salida 1: terminales 52 (+), 53 (-)

e) Puerta RS485 – Módulos de Medición

Conexión a las puertas RS485 del / de los Módulo(s) de Medición, vía cable par trenzado blindado. A un mismo Módulo de Interface pueden ser conectados uno, dos o tres Módulos de Medición.

Caso haya la necesidad de bornes intermedios para la interconexión de la comunicación serial RS485 entre los Módulos de Medición y el Módulo de Interface, también el blindaje del cables debe pasar por el borne, evitando su interrupción (ver figura 6.7). El trecho de cable sin blindaje debido a la enmienda debe ser lo más corto posible.

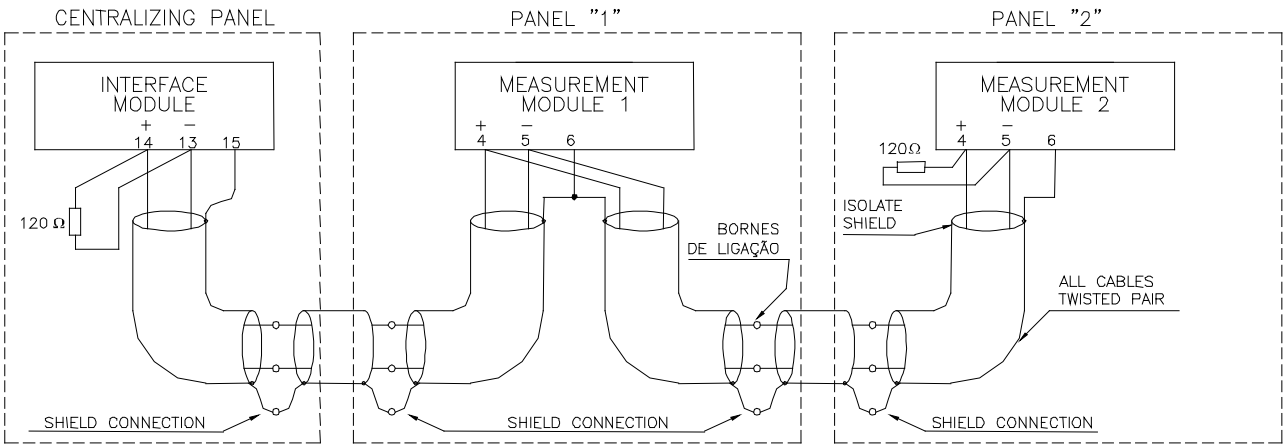


Figura 6.7 – Detalles de conexión y aterramiento del blindaje de los cables de Interconexión entre Módulos de Medición y Módulo de Interface

La malla del cable par trenzado blindado debe ser conectada sólo al terminal 15 del Módulo de Interface. La distancia máxima entre los extremos de la red de comunicación serial RS485 debe ser de 1300 metros, utilizando un resistor de terminación en cada extremo, de valor 120 ohms.

- terminal 13: (-)
- terminal 14: (+)
- terminal 15: (blindaje)

f) Puerta RS485 – Sistema Supervisor

Conexión opcional a un sistema de adquisición de datos a través de comunicación serial, vía cable par trenzado blindado. El protocolo estándar es el Modbus RTU; otros protocolos con consulta.

- terminal 10: (-)
- terminal 11: (+)
- terminal 12: (malla)

g) Puerta RS232

Conexión a ordenador portátil , para comunicación local con el Módulo de Interface.

- Conector DB9, en el panel frontal del aparato

6.2.3 Esquemas de Conexion

El sistema de monitoreo de bushings BM tiene una concepción modular, en la cual un Módulo de Interface puede recibir información de hasta tres Módulos de Medición. Esta concepción permite que sean hechas diversas combinaciones de aplicación en transformadores trifásicos, monofásicos, reactores o combinaciones de estos equipos. En las figuras que siguen son presentados algunos ejemplos de posibles esquemas de conexión de los Adaptadores de Medición, Módulos de Medición y Módulo de Interface.

Es bueno observar que en caso existan transformadores o reactores de reserva, sus bushings solamente serán monitoreados cuando entren en servicio. En tal sentido, se debe conectar los cables provenientes del adaptador del tap del bushing de reserva al módulo de medición en la posición anteriormente ocupada por el bushing que está siendo retirado de servicio.

¡ATENCIÓN! – Hay que tener especial cuidado para garantizar que el tap de ninguno de los bushings en operación sea dejado abierto, para no exponer al riesgo de graves daños al bushing y riesgo de muerte. Se recomienda que incluso en los bushings fuera de operación el tap sean mantenidos aterrados (sea mantenidos mantenido aterrado), solamente retirándose el aterramiento cuando se haga su reconexión al módulo de medición.

Siempre que haya la sustitución de cualquier bushing que está siendo monitoreado, en cualquiera de las situaciones ejemplificadas abajo u otras, se debe reprogramar los valores iniciales de capacitancia y tangente delta del bushing entrando en operación (submenú Valor Inicial) y seleccionar la opción Recalcular la Referencia (submenú Recalcular):

- Entrada en operación de la unidad reserva;
- Salida de operación de la unidad reserva y retorno a la operación de la unidad normal;
- Sustitución de cualquier bushing siendo monitoreado por un nuevo bushing.

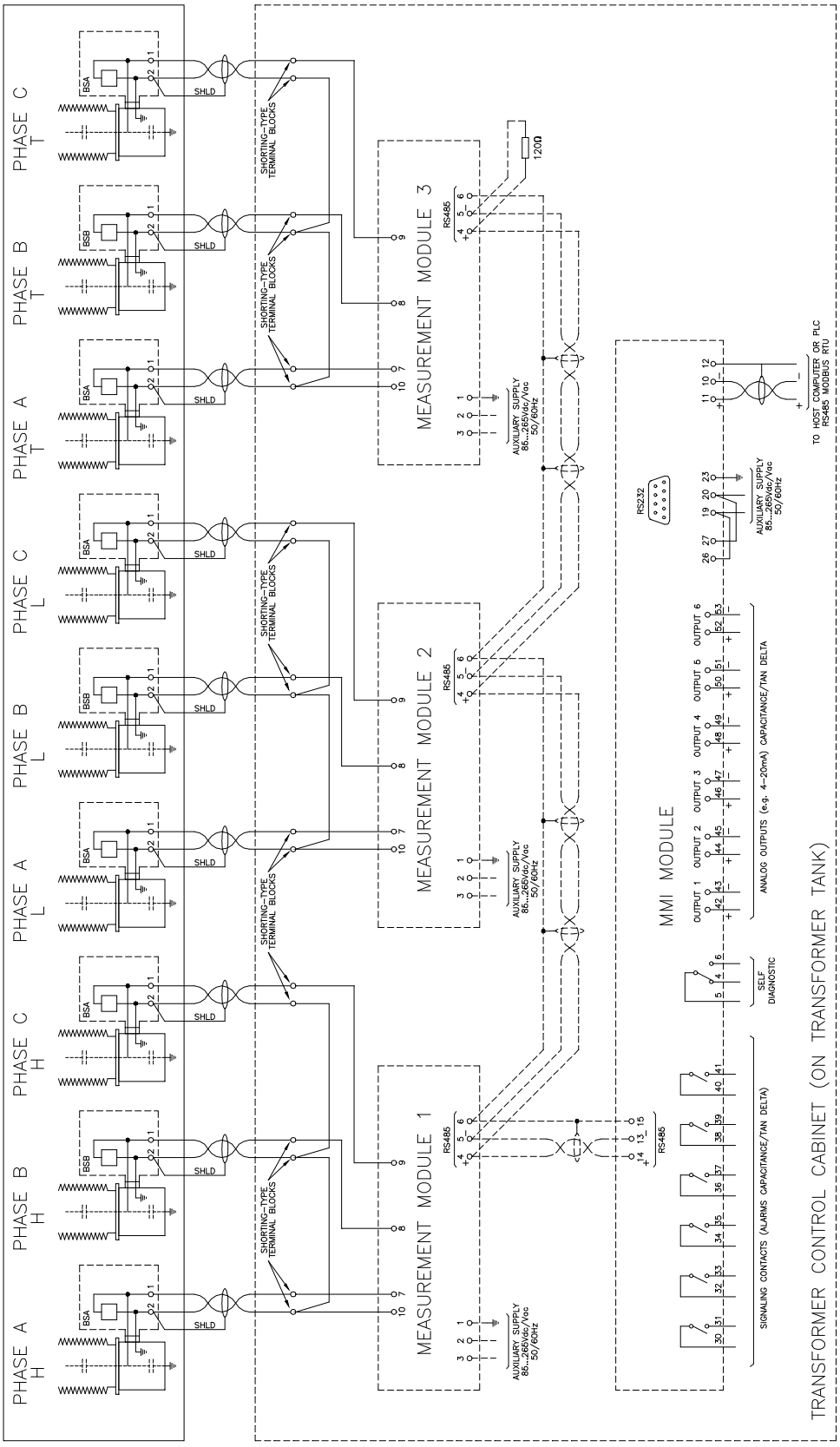


Figura 6.8 - Diagrama básico de ligação para aplicação a um transformador trifásico monitorando 3 conjuntos de buchas

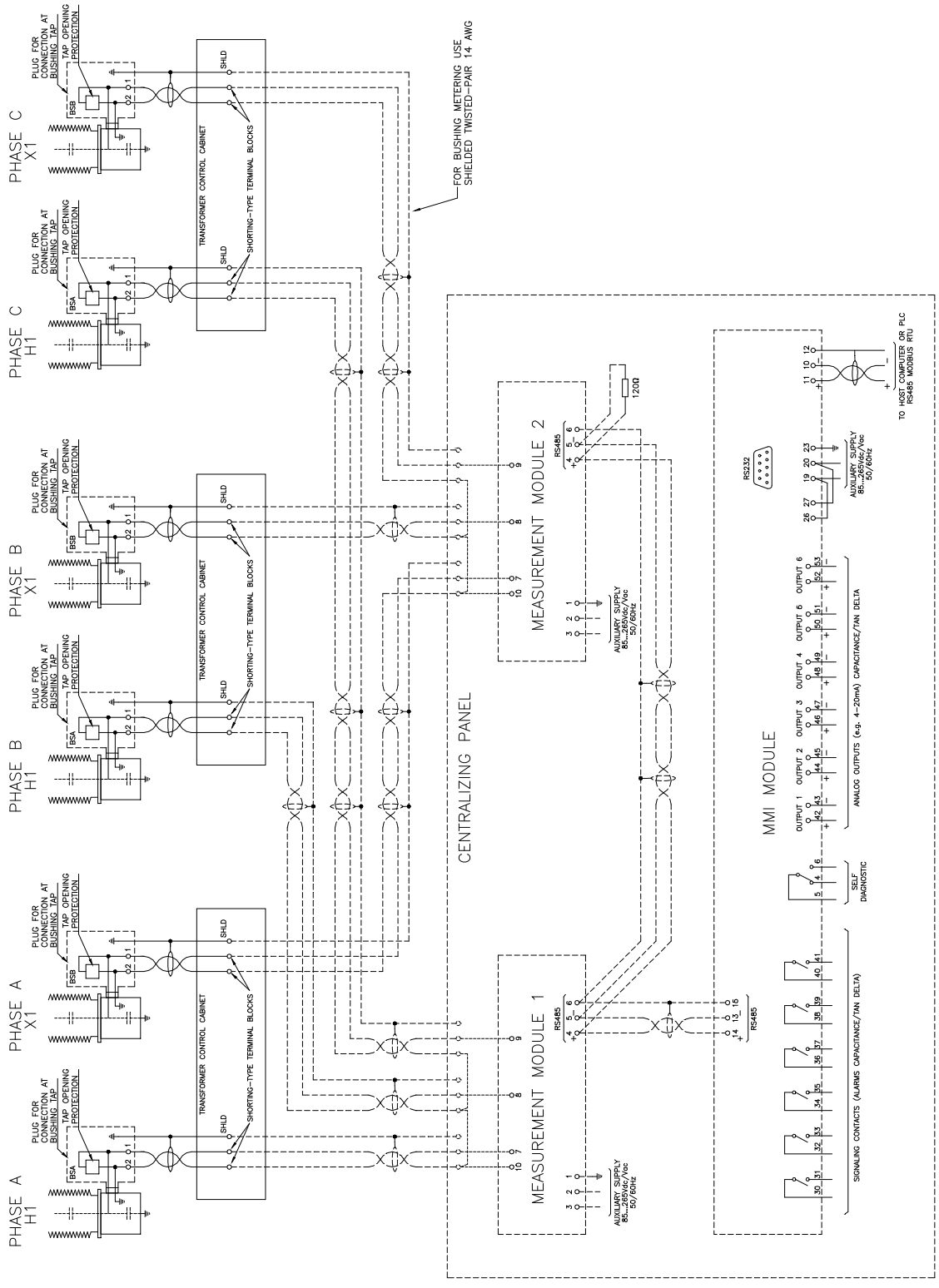


Figura 6.9 – Diagrama básico de conexion para aplicación a un banco deTransformadores monofásicos monitoreando 2 conjuntos de bushings

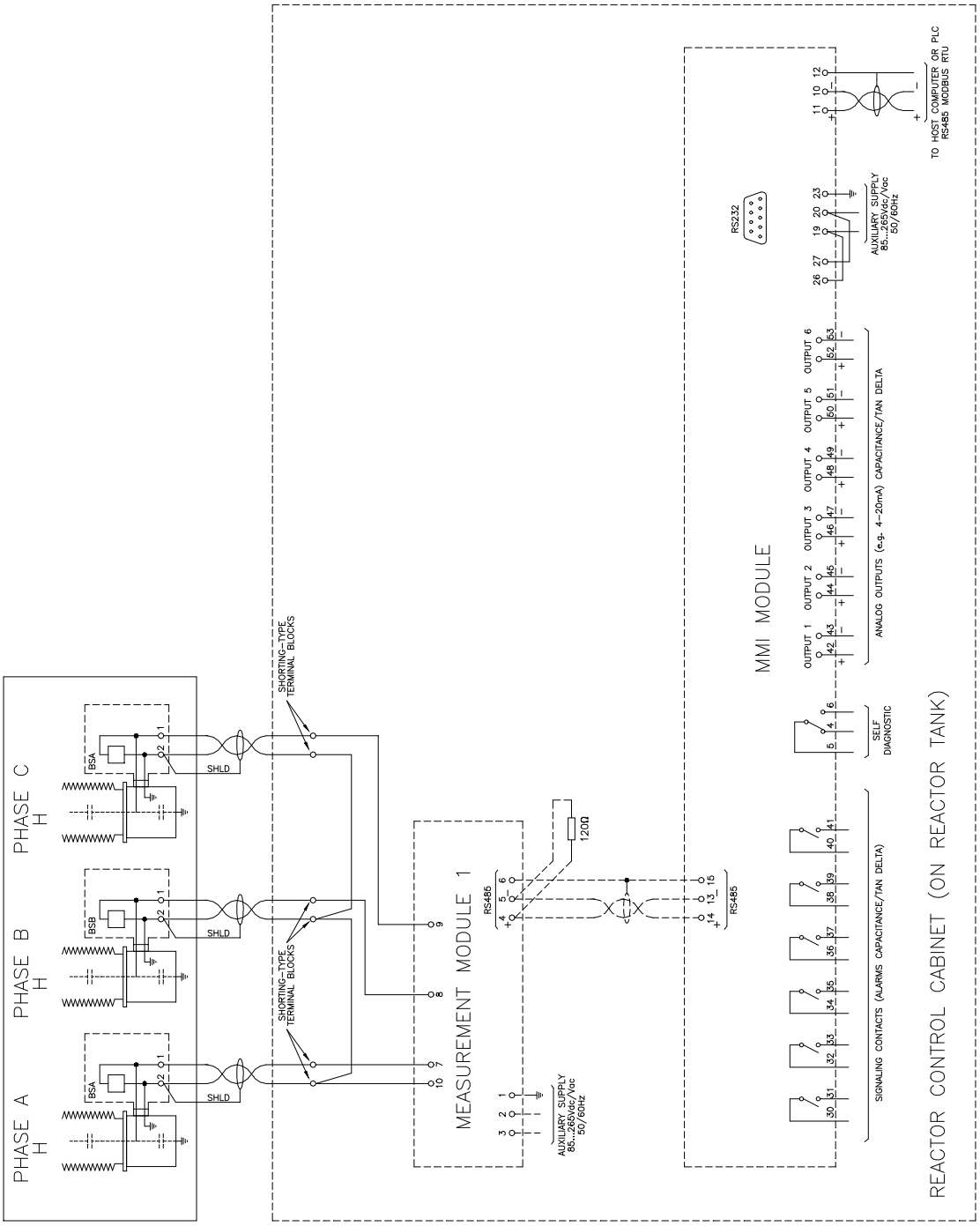


Figura 6.10 – Diagrama de conexión para aplicación a un reactor trifásico, monitoreando 1 conjunto de bushings

Índice de Asuntos

Capítulo	Título	Página
7	Procedimiento para la puesta en sevicio	IV-2
7.1	Parametrización Módulo de Medición – BM-MM	IV-3
7.2	Parametrización Módulo de Interface – BM-MMI	IV-6
7.2.1	Submenú Configuraciones	IV-7
7.2.2	Submenú Alarmas	IV-9
7.2.3	Submenú Valor Inicial	IV-11
7.2.4	Submenú Salidas	IV-12
7.2.5	Submenú Ocurrencias	IV-15
7.2.6	Submenú Calendario	IV-16
7.2.7	Submenú Recalcular	IV-16
7.2.8	Submenú Firmware Update	IV-18
7.2.9	Submenú Solamente Fábrica	IV-18

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
7.1	Programación de dirección en el Módulo de Medición	IV-4
7.2	Pantalla de contraseña	IV-6
7.3	Menú Principal	IV-7

7. Procedimiento para la puesta en servicio

Una vez efectuada la instalación de los equipos de acuerdo con la Parte III de este Manual, la puesta en servicio debe seguir las etapas básicas siguientes:

- Al inicio de la operación del monitor de bushings BM, será necesario parametrizar en el equipo los valores actuales de capacitancia y tangente delta de los bushings. En el caso de bushings ya en operación, es necesario efectuar la medición de estos parámetros de forma convencional (off-line), con el bushing no energizado;
- Chequear la instalación mecánica de los Adaptadores de Medición, asegurando que no habrá entrada de agua en el tap de los bushings.
- Chequear la corrección de las conexiones eléctricas (por ejemplo, a través de ensayos de continuidad), garantizando que el tap del bushing no está abierto y que la corriente de fuga fluirá por el cable tierra a través del módulo de medición;
- Verificar que el elemento de protección contra apertura accidental del tap está instalado en el interior del Adaptador de Medición, conectado en paralelo con los cables de medición (ver subcapítulo 6.1.1);
- Verificar que los bornes intermedios de medición de los bushings no están cortocircuitables (ver subcapítulo 6.2.1);
- Energizar los Módulos de Medición BM-MM con tensión 38 ~ 265Vcc/Vca;
- Con un ohmímetro, verificar la continuidad de los tres circuitos de entrada de corriente de los Módulos de Medición, midiendo su resistencia. La medición va a variar continuamentente, debido al proceso interno de lectura del Módulo de Medición, en el rango aproximado mostrado en el recuadro de abajo:

Medición efectuada entre los terminales:	Variación esperada:
7 y 10 (del módulo de medición)	3 a 30 ohms
8 y 10 (del módulo de medición)	3 a 30 ohms
9 y 10 (del módulo de medición)	3 a 30 ohms

- Energizar las dos entradas de alimentación del Módulo de Interface BM-MMI con la tensión de alimentación de 85 ~ 265Vcc/Vca;
- Efectuar la parametrización del / de los Módulo(s) de Medición, de acuerdo con las instrucciones en el subcapítulo 7.1;
- Efectuar toda la parametrización del Módulo de Interface, de acuerdo con las intrucciones en el subcapítulo 7.2;

- Consultar las mediciones de las corrientes de fuga de los bushings de las fases A, B y C de cada conjunto monitoreado, conforme descrito en el subcapítulo 4.1.c. Verificar que los valores leídos están coherentes con el valor teórico aproximado calculado por la fórmula:
  Corriente Fuga = 6,28 (frecuencia). (Tensión Fase-Tierra). (Capacitancia C1)
- Verificar la comunicación serial del Módulo de Interface con el sistema de adquisición de datos, en caso exista.

7.1 Parametrización del Módulo de Medición BM-MM

Para Módulos de Medición proveídos antes de enero de 2005, los Módulos de Medición BM-MM son proveídos de fábrica ya parametrizados para formar un conjunto con los Módulos de Interface BM-MMI. No es necesaria la parametrización por el usuario, pero, en la instalación, debe ser observada la identificación de los módulos, de modo a mantenerlos juntos conforme la parametrización de fábrica.

Para Módulos de Medición proveídos a partir de enero de 2005, se debe ajustar sus direcciones en la red de comunicación serial, haciendo posible la comunicación con el Módulo de Interface.

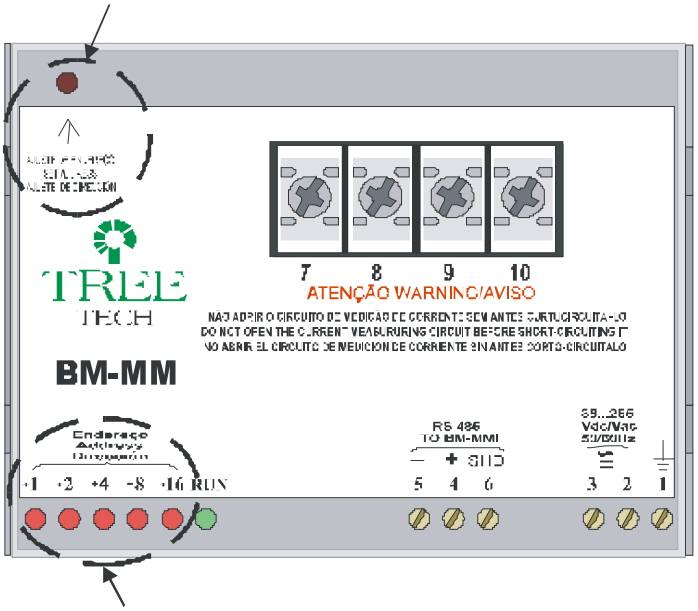
Cada Módulo de Medición conectado a un mismo Módulo de Interface debe poseer una única dirección, sin repeticiones. Las direcciones deben ser programadas de acuerdo con el conjunto de bushings conectado al módulo, conforme el recuadro abajo:

Conjunto de Bushings	Dirección del Módulo de Medición
1	1
2	2
3	3

Caso existan sólo dos módulos de medición, serán programadas solamente las dierecciones 1 y 2; la dirección 3 no existirá. De la misma forma, si existir sólo un módulo de medición, será programada solamente la dirección 1; las direcciones 2 y 3 no existirán.

La programación de la dirección en un Módulo de Medición es efectuada presionando con un objeto de punta (un bolígrafo, por ejemplo) el botón situado en la parte superior izquierda del módulo, como muestra la figura 7.1.

BOTÓN PARA SELECCIÓN DE DIRECCIÓN



LEDs INDICADORES DE DIRECCIÓN

Figura 7.1 – Programación de dirección en el Módulo de Medición

Para alterar la dirección, mantener este botón presionado. Después de 3 segundos, la dirrección comenzará a ser incrementada a una unidad por segundo. Soltar el botón al alcanzar la dirección deseada. Después de alcanzar la dirección máxima (31), un nuevo incremento hará que la dirección retorne al mínimo (1).

La dirección programada es visualizada a través de la combinación de los LEDs situados en la parte izquierda inferior del módulo (ver figura 7.1), como muestra el recuadro abajo. En la aplicación del Módulo de Medición con el Módulo de Interface BM-MMI, las direcciones superiores a 3 no serán utilizadas.

Dirección del Módulo de Medición	Estado de los LEDs (1=conectado, 0=desconectado)				
	+16	+8	+4	+2	+1
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0
5	0	0	1	0	1
6	0	0	1	1	0
7	0	0	1	1	1
8	0	1	0	0	0
9	0	1	0	0	1
10	0	1	0	1	0
11	0	1	0	1	1
12	0	1	1	0	0
13	0	1	1	0	1
14	0	1	1	1	0
15	0	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	1
18	1	0	0	1	0
19	1	0	0	1	1
20	1	0	1	0	0
21	1	0	1	0	1
22	1	0	1	1	0
23	1	0	1	1	1
24	1	1	0	0	0
25	1	1	0	0	1
26	1	1	0	1	0
27	1	1	0	1	1
28	1	1	1	0	0
29	1	1	1	0	1
30	1	1	1	1	0
31	1	1	1	1	1

7.2 Parametrización del Módulo de Interface BM-MMI

Para garantizar la correcta operación del sistema, deben ser ajustados en el Módulo de Interface BM-MMI diversos parámetros, que darán al equipo las informaciones necesarias a su funcionamiento. Los ajustes pueden ser efectuados por medio de su teclado frontal, con la ayuda del display. Los parámetros están organizados en menús con acceso protegido por seña. En el menú principal el usuario tendrá acceso a los submenús de programación, donde podrá navegar y ajustar los valores de acuerdo con las característica de los bushings del transformador.

Para visualizar la pantalla de seña de acceso, presionar a cualquier momentola tecla .

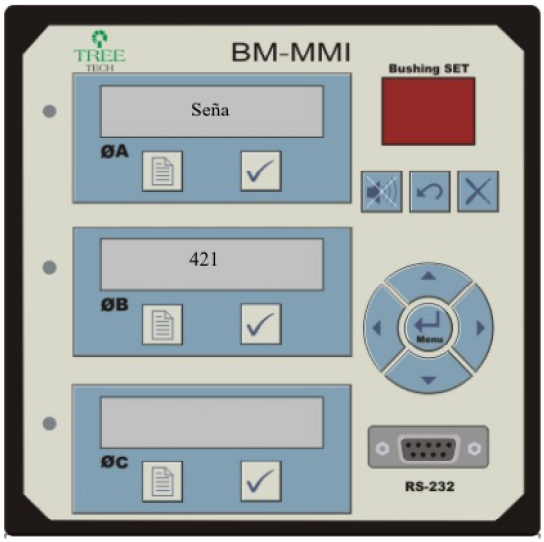


Figura 7.2 – Pantalla de Seña

Utiliza las teclas y para ajustar la seña. (faja = 0 a 999)

Utiliza las teclas y para mover el cursor entre los dígitos de la seña. El dígito que será ajustado quedará piscando. Este recurso permite un ajuste más rápido de la seña de acceso.

El valor de fábrica ajustado para la seña es 0 (cero). Este valor puede ser alterado por el usuario (ver submenú configuración).

El número inicial que está mostrado en esta pantalla puede ser utilizado para recuperar la seña en caso de olvido. Informar el número a nuestro Departamento de Asistencia Técnica para que se pueda descifrarlo.

Después de ajustar la seña, presionar la tecla *enter* para entrar en el menú principal, donde se puede navegar entre los submenús de programación.

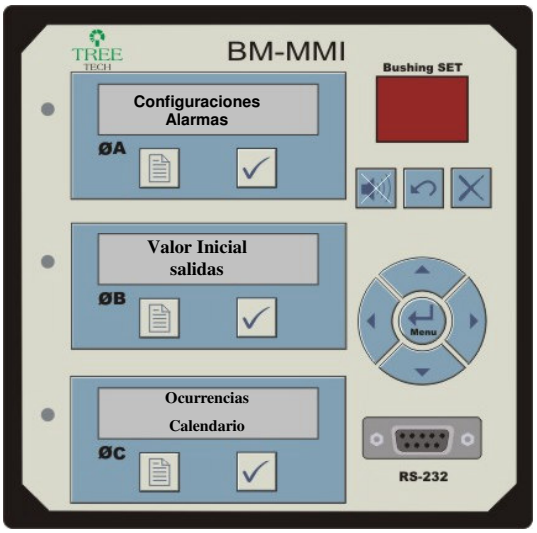


Figura 7.3 – Menú Principal

Los parámetros programables están divididos en seis submenús: Configuraciones, Alarmas, Valor Inicial, Salidas, Ocurrencias y Calendarios.

Para seleccionar un submenú, utilizar las teclas y . Presionar la tecla para accesar los parámetros del submenú seleccionado. Si se está en el menú principal, presionar la tecla para retornar a las pantallas de indicación.

Después de accesar cualquier de los submenús, presionar la tecla *enter* para avanzar al próximo parámetro, o las teclas y para mover el cursor entre los dígitos del parámetro y avanzar y retornar entre los parámetros.

7.2.1 Submenú Configuraciones:

En este menú están localizados los items de configuración general para la operación del sistema de monitoreo de bushings BM. Los siguientes items deben ser ajustados:

- **Idioma:** idioma en que serán presentados los textos en los displays del Módulo de Interface.
  Rango de Ajuste: Portugués, Inglés o Español.

- **Baud Rate:** tasa de transmisión de datos para un sistema de adquisición de datos.
  Rango de ajuste: 9600, 19200 u 38400bps.

- **Número de Conjuntos:** número de módulos BM-MM conectados al Módulo de Interface. Refleja la cantidad de conjuntos trifásicos de bushings a ser monitoreados. Si se selecciona el valor cero, la comunicación con los módulos de medición y el monitoreo de los bushings serán interrumpidos.
  Rango de Ajuste: 0 a 3.

- **Secuencia ISA:** modo de funcionamiento de las señalizaciones y reconocimiento de las alarmas (ver Apéndice C).
  Rango de Ajuste ISA 1, ISA 1B, ISA 2A, o ISA 2C.

- **Dirección:** dirección del Módulo de Interface en la red de comunicación serial para un sistema de adquisición de datos.
  Rango de Ajuste: 1 a 31.

- **Log (horas):** tiempo determinado para grabación en memoria no volátil de los valores de capacitancia y tangente delta medidos.
  Rango de ajuste: 12 a 240 horas.

- **Fuga Mínima:** valor mínimo de las corrientes de fuga, abajo del cual habrá alarma por corriente de fuga baja. La alarma de corriente de fuga baja puede ser un indicativo de apertura de los cables o del circuito de medición de corriente, debiendo ser inmediatamente verificado.
  Rango de Ajuste: 0 a 100mA.

- **Histeresis de la Alarma:** determina un valor numérico que será adoptado como histeresis para el retorno al normal de los relés de alarma, a fin de evitar que el relé de alarma cierre y abra repetidamente debido a pequeñas oscilaciones en las mediciones. Por ejemplo: si la alarma por tangente delta alta es accionada en 0,70% y capacitancia alta en 300pF y la histeresis es ajustada en 2, los relés de alarma solamente retornarán al estado normal cuando las mediciones de tangente delta y capacitancia retornen a valores abajo de 0,68% y 298pF respectivamente.
  Rango de Ajuste: 0 a 99.

- **Escala mA:** selecciona la faja de corriente a ser utilizada por las salidas en lazo de corriente para indicación remota.

  Rango de Ajuste:
  0 → 0...1mA
  1 → 0...5mA
  2 → 0...10mA
  3 → 0...20mA
  4 → 4...20mA

- **Nueva Contraseña:** nuevo valor de la contraseña de acceso al menú principal de programación. La contraseña predeterminada de fábrica es 0 (cero).

  Rango de Ajuste: 0 a 999.

Al final de la programación, presionar la tecla *retorna* para salvar la programación y retornar al menú principal, o presionar la tecla para retornar al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea presionada cualquier tecla habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.2 Submenú Alarmas:

En este menú están localizadas las programaciones de los valores para emisión de alarma (Setpoints). El sistema de monitoreo de bushings BM permite que sean monitoreados hasta 9 bushings, y para cada bushing existen 6 tipos de alarmas, lo que totaliza 54 valores de alarmas a ser ajustadas. Debido a este gran número de programaciones, la selección de cada alarma a ser ajustada es efectuada primeramente seleccionándose el bushing al cual se refieren las alarmas, lo que es hecho por la selección del conjunto de bushings y enseguida de la fase del bushing:

- **Conjunto:** a que conjunto pertenece el bushing para el cual se desea ajustar las alarmas.

  Rango de ajuste: conjunto 1, 2 u 3.

- **Fase:** muestra a cual fase del conjunto seleccionado arriba pertenece el bushing para el cual de desea ajustar las alarmas.

  Rango de Ajuste: fase A, B o C.

- **Número de la Alarma:** selecciona que valor de alarma será ajustado para el bushing seleccionado en los items “conjunto” y “fase”. Cuando se altera el número de la alarma, serán automáticamente mostrados en el display el texto con la descripción de la alarma y el campo donde será ajustado el valor de la alarma deseada.

  Rango de Ajuste:
  1 → Capacitancia Alta
  2 → Capacitancia Muy Alta
  3 → Tendencia de la Capacitancia Alta
  4 → Tangente Delta Alta
  5 → Tangente Delta Muy Alta
  6 → Tendencia de la Tangente Delta Alta

- **Valor:** valor deseado para la alarma.

  Rango de Ajuste: 50 a 1000pF para capacitancia alta y muy alta,
  1 a 1000pF/día para tendencia de la capacitancia,
  0,10 a 2,00% para tangente delta alta y muy alta, y
  0,01 a 2,00%/día para tendencia de la tangente delta.

- **Número del Relé:** determina cual relé de salida será accionado al ocurrir la alarma. El Módulo de Interface posee seis relés de salida (1 a 6) que podrán ser programados para cualquier de las alarmas arriba descriptos. En el caso en que el mismo relé sea seleccionado en más de una alarma, la operación del contacto corresponderá a la lógica OU de las alarmas seleccionadas.

  Rango de Ajuste: 1 a 6.

Al final de la programación, presionar la tecla *retorna* para salvar la programación y retornar al menú principal, o presionar la tecla para retornar al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea resionada cualquier tecla, habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.3 Submenú Valor Inicial:

En este menú están localizadas las programaciones de los valores iniciales de capacitancia y tangente delta de cada bushing monitoreado, obtenidos de la placa de identificación del bushing (en el caso de bushings nuevos) o a través de mediciones off-line efectuadas en el momento de la instalación del sistema de monitoreo. El sistema de monitoreo de bushings BM permite que sean monitoreados hasta 9 bushings, y para cada bushing deben ser ajustados 2 valores iniciales, lo que totaliza hasta 18 valores iniciales a ser ajustados. Debido a este gran número de programaciones, la selección de cada valor inicial a ser ajustado es efectuada primeramente seleccionándose el bushing al cual se refieren las alarmas, lo que es hecho por la selección del conjunto de bushings y enseguida de la fase del bushing:

- **Conjunto:** muestra a que conjunto pertenece el bushing para el cual se desea ajustar los valores iniciales.
  Rango de Ajuste: conjunto 1, 2 ó 3.

- **Fase:** se refiere a que fase del conjunto seleccionado arriba pertenece el bushing para el cual se desea ajustar los valores iniciales.
  Rango de Ajuste: fase A, B o C.

- **Capacitancia:** valor inicial de capacitancia del bushing seleccionado en los items “conjunto” y “fase”.
  Rango de Ajuste: 50 a 900pF.

- **Tangente Delta:** valor inicial de tangente delta del bushing seleccionado en los ítemes “conjunto” y “fase”.
  Rango de Ajuste: 0,10 a 1,50%.

Al final de la programación, presionar la tecla *retorna* para salvar la programación y retornar al menú principal, o presionar la tecla para retornar al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea presionada cualquier tecla, habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.4 Submenú Salidas:

En este menú están localizados parámetros de configuración general para las salidas analógicas y contactos secos del sistema de monitoreo de bushings BM. Los siguientes ítemes deben ser ajustados:

- **Fin de Escala Conjunto 1:** valores de capacitancia, en pF, y tangente delta, en %, correspondientes al fin de escala de las salidas de corriente para indicación remota asociadas al conjunto de bushings 1. El inicio de escala de las salidas de corriente corresponde siempre a 0pF y 0%.
  Rango de Ajuste: 100...1000pF
  0,20...2,00%

- **Fin de Escala Conjunto 2:** valores de capacitancia, em pF, y tangente delta, en %, correspondiente al fin de escala de las salidas de corriente para indicación remota asociadas al conjunto de bushings 2. El inicio de escala de las salidas de corriente corresponde siempre a 0pF y 0%.
  Rango de Ajuste: 100...1000pF
  0,20...2,00%

- **Fin de Escala Conjunto 3:** valores de capacitancia, em pF, y tangente delta, en %, correspondientes al fin de escala de las salidas de corriente para indicación remota asociadas al conjunto de bushings 3. El inicio de escala de las salidas de corriente corresponde siempre a 0pF y 0%.
  Rango de Ajuste: 100...1000pF
  0,20...2,00%

- **AV1:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 1.
  Rango de Ajuste: 0...23 (ver recuadro abajo).

- **AV2:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 2.
  Rango de Ajuste: 0...23 (ver recuadro abajo).

- **AV3:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 3.
  Rango de Ajuste: 0...23 (vide recuadro abajo).

- **AV4:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 4.
  Rango de Ajuste: 0...23(ver recuadro abajo).

- **AV5:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 5.
  Rango de Ajuste: 0...23 (ver recuadro abajo).

- **AV6:** Selección de la magnitud a ser transmitida a través de la salida de lazo de corriente 6.
  Rango de Ajuste: 0...23 (ver recuadro abajo).

Son 23 las magnitudes disponibles para indicación a través de las salidas de lazo de corriente, como sigue:

Selección AV1...AV6	Magnitud Indicada	Seleción AV1...AV6	Magnitud Indicada
0	Capacitancia Set 1 Fase A	12	Capacitancia Set 2 Fase C
1	Tan Delta Set 1 Fase A	13	Tan Delta Set 2 Fase C
2	Capacitancia Set 1 Fase B	14	Muy Alta Capacitancia Set 2
3	Tan Delta Set 1 Fase B	15	Muy Alta Tan Delta Set 2
4	Capacitancia Set 1 Fase C	16	Capacitancia Set 3 Fase A
5	Tan Delta Set 1 Fase C	17	Tan Delta Set 3 Fase A
6	Muy Alta Capacitancia Set 1	18	Capacitancia Set 3 Fase B
7	Muy Alta Tan Delta Set 1	19	Tan Delta Set 3 Fase B
8	Capacitancia Set 2 Fase A	20	Capacitancia Set 3 Fase C
9	Tan Delta Set 2 Fase A	21	Tan Delta Set 3 Fase C
10	Capacitancia Set 2 Fase B	22	Muy Alta Capacitancia Set 3
11	Tan Delta Set 2 Fase B	23	Muy Alta Tan Delta Set 3

- **RL1:** modo de funcionamiento para el relé 1. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC

- **RL2:** modo de funcionamiento para el relé 2. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC

- **RL3:** modo de funcionamiento para el relé 3. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC

- **RL4:** modo de funcionamiento para el relé 4. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC

- **RL5:** modo de funcionamiento para el relé 5. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC
- **RL6:** modo de funcionamiento para el relé 6. Si seleccionado como NA (normalmente abierto), el relé cerrará su contacto al ocurrir la condición de alarma a él asociada. Si seleccionado como NC (normalmente cerrado), el relé permanecerá cerrado, abriendo solamente al ocurrir la condición de alarma a él asociada.
  Rango de Ajuste: NA o NC

Al final de la programación, presionar la tecla *retorna* para salvar la programación y retornar al menú principal, o presionar la tecla para retornar al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea presionada cualquier tecla, habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.5 Submenú Ocurrencias:

Este menú permite que sea efectuada la consulta para cada alarma del sistema de monitoreo de bushings, de la fecha y hora de la última ocurrencia del inicio, reconocimiento y finalización de la alarma. A cada una de las alarmas del sistema (incluso alarmas de errores internos detectados por el autodiagnóstico) está asociado un número de evento utilizado para esta consulta, conforme los recuadros de abajo:z

Descripción de la Alarma	Número del Evento								
	Conjunto 1 – Fase:			Conjunto 2 – Fase:			Conjunto 3 – Fase:		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Capacitancia Alta	1	8	15	22	29	36	43	50	57
Capacitancia Muy Alta	2	9	16	23	30	37	44	51	58
Tendencia Capacit. Alta	3	10	17	24	31	38	45	52	59
Tangente Delta Alta	4	11	18	25	32	39	46	53	60
Tan Delta Muy Alta	5	12	19	26	33	40	47	54	61
Tendencia T. Delta Alta	6	13	2	27	34	41	48	55	62
Corriente de Fuga Baja	7	14	21	28	35	42	49	56	63

Descripción de la Alarma (errores internos de autodiagnóstico)	Número del Evento
Error Interno – Comunicación con Módulo de Medición MM1	64
Error Interno – Comunicación con Módulo de Medición MM2	65
Error Interno – Comunicación con Módulo de Medición MM3	66
Error Interno – Comunicación con Microcontrolador uC3	67
Error Interno – Comunicación con Microcontrolador uC2	68
Error Interno – Falta en la EEPROM externa	69
Error Interno – Falta de Alimentación 1	70
Error Interno – Falta de Alimentación 2	71
Error Interno – Falta en la EEPROM interna	72

- Número del Evento: selecciona la ocurrencia que se desea consultar. Después de seleccionado el número del evento, presionar la tecla para consultar las informaciones sobre él. Serán mostradas la fecha y hora en que ocurrieron:
  a) Inicio de la alarma
  b) Reconocimiento de la alarma
  c) Finalización de la alarma

Al final de la consulta, presionar la tecla *retorna* o *cancela* para retornar al menú principal.

7.2.6 Submenú Calendario:

En este menú están localizados parámetros de ajuste del reloj interno del Módulo de Interface. Los siguientes ítemes deben ser ajustados:

- **Fecha:** programada en el formato DD/MM/AA, si el idioma de interface es el Portugués o el Español. Cuando seleccionado el idoma inglés, el formato será MM/DD/AA. Al ajustarse la fecha, el día de la semana es atribuído automáticamente.
- **Formato del reloj:** Elije entre los formatos de 12 horas ó 24 horas (M12 ó M24).
- **Reloj:** ajuste de horas y minutos.

Al final de la programación, presionar la tecla *retorna* para salvar la programación y retornar al menú principal, o presionar la tecla para retornar al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea presionada cualquier tecla habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.7 Submenú Recalcular:

Siempre que haya la sustitución de cualquier bushing siendo monitoreado, en cualquiera de las situaciones ejemplificadas abajo u otras, se deberá reprogramar los valores iniciales de capacitancia y tangente delta del bushing entrando en operación (submenú Valor Inicial, ver subcapítulo 7.1.3) y seleccionar la opción de Recalcular la Referencia:

- Entrada en operación de la unidad de reserva;

- Salida de operación de la unidad de reserva y retorno a la operación de la unidad normal;
- Sustitución de cualquier bushing que esté siendo monitoreado por un nuevo bushing.

Si se confirma por el usuario que se debe efectuar el recálculo de la referencia, el monitor de bushings considerará que las mediciones de corriente de fuga actuales reflejan la configuración de valores iniciales ajustada en el submenú Valor Inicial (ver subcapítulo 7.1.3), monitoreando las alteraciones de valor ocurridas de este punto en adelante.

Al accesar este submenú, será presentada al usuario la pregunta:

- **¿Recalcular Referencia del Conjunto 2?**
- **¿Recalcular Referencia del Conjunto 3?**

  Para cada pregunta, seleccionar las opciones SÍ o NO y confirmar presionando la tecla *enter* .

Después de presionar la tecla *enter* confirmando la opción para la última pregunta, el display retornará al menú principal. Al presionar la tecla *retorna* la tecla *cancela* , el display retornará al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas. Después de 30 segundos sin que sea efectuada una selección, habrá el retorno automático al menú principal sin salvar las alteraciones efectuadas.

7.2.8 Submenú Firmware Update:

Este submenú permite que sea efectuada la actualización del firmware del microcontrolador principal del Módulo de Interface a través del canal de comunicación serial RS485 para sistema supervisor.

Al seleccionar este submenú, será solicitada nuevamente la contraseña de acceso, que es la misma utilizada para accesar el menú principal. La confirmación por contraseña tiene el objetivo de evitar que se accese este menú accidentalmente.

Una vez confirmada la seña, el Módulo de Interface paralizará la ejecución del programa y permanecerá a la espera de la transmisión del nuevo firmware por el PC conectado a la puerta RS485 (puerta para sistema supervisor). Permanecerá fijo en el display el mensaje "Listo para recibir upload de nuevo firmware". Para transmisión de nuevo firmware debe ser utilizado software específico proveído por Treetech.

Caso se quiera abandonar este proceso antes de iniciar la transmisión del firmware, el Módulo de Interface deberá ser reiniciado (desconectado y conectado).

7.2.9 Submenú Solamente Fábrica:

Este submenú está protegido por contraseña de acceso exclusiva del fabricante, no estando accesible al usuario.

Parte V – Apéndices

Índice

Apéndice	Título	Página
A	Datos Técnicos	V-2
A.1	Módulo de Interface BM-MMI	V-2
A.2	Módulo de Medición BM-MM	V-2
B	Especificación para Pedido	V-3
C	Secuencia de Señalización ISA	V-4
D	Mapa de Registradores	V-6

Apéndice A – DATOS TÉCNICOS

A.1 Módulo de Inferface BM-MMI

Tensión de Alimentación:	85 a 265 Vca/Vcc 50/60Hz
Consumo máximo:	5 W
Temperatura de Operación:	-10 a +70 ºC
Comunicación Serial:	RS 485, Protocolo Modbus RTU
Grado de Protección:	IP 40
Fijación:	Fixação em painel
Rango de Medición	
Capacitancia:	50...1000pF
Tangente Delta:	0,10...2,00%
Salidas a relés:	6 NA (alarmes) + 1 NF (autodiagnóstico)
Potencia máxima de cierre:	70 W / 220 VA
Tensión máxima de cierre:	250Vcc / 250 Vca
Corriente máxima de conducción:	5A
Salidas Analógicas:	6 (con positivo común)
Variables:	Programables
Rango de salida:	Programable 0-1, 0-5, 0-10, 0-20, 4-20mA
Error máximo:	0,5% del fin de la escala
Carga Máxima:	10V
Puertas de Comunicación Serial:	1 RS485 (para BM-MM) + 1 RS485 (para supervisório) + 1 RS232 (portátil)

A.2 Módulo de Medición BM-MM

Tensión de Alimentación:	38 a 265 Vca/Vcc 50/60Hz
Consumo máximo:	5 W
Temperatura de Operación:	-40 a +85 ^{O}C
Puerta de Comunicación Serial:	RS 485, Protocolo Modbus RTU
Grado de Protección:	IP 40
Fijación:	Montaje en soporte DIN 35mm
Entradas de medición de corriente AC:	3 para corrientes de fuga de los bushings
Rango de medición:	0...10mA

Apéndice B – ESPECIFICACIÓN PARA PEDIDO

La especificación para pedido debe informar:

- Cantidad de Adaptadores para tap de bushing y el modelo y fabricante de los bushings;
- Cantidad de Módulos de Medición BM-MM (con un BM-MM recibiendo señales de 3 bushings de un conjunto trifásico); y
- Cantidad de Módulos de Interface BM-MMI (con un BM-MMI siendo posible conectarse a 1, 2 ó 3 módulos BM-MM).

Apéndice C – Secuencia de Señalización ISA

La ocurrencia de un evento es señalizada al operador, de acuerdo con la secuencia ISA elegida, ilustrada en el recuadro de abajo:

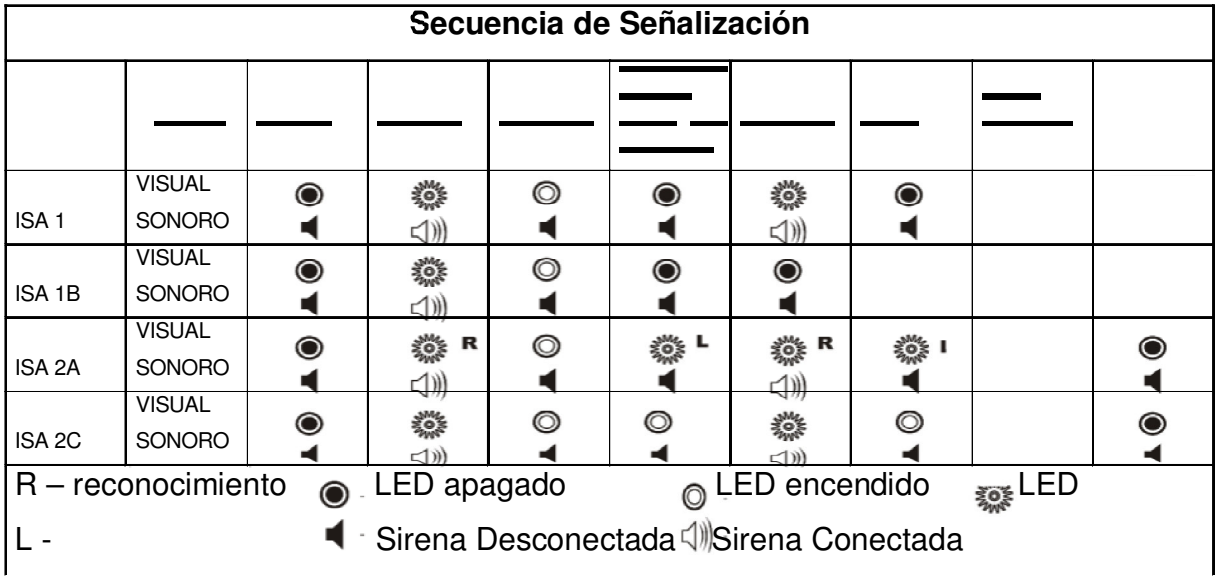


Figura C.1 – Secuencia de Señalización – ISA

Las etapas siguientes describirán el procedimiento para reconocimiento de los eventos, de acuerdo con la secuencia ISA elegida.

a) Secuencia ISA 1:

Presionar la tecla de reconocimiento. Si la alarma continuar sonando, el led quedará encendido y el texto de la alarma se mantendrá. Cuando sea normalizada la alarma, esta dejará de ser indicada automáticamente.

b) Secuencia ISA 1B:

De modo similar a la secuencia ISA 1, lo que difiere es que al ser normalizada la alarma antes de ejecutar el reconocimiento, el led se apagará, quedando sólo el texto anunciado en el display.

c) Secuencia ISA 2A:

Cuando ocurre un evento, el led señalizador titilará rápido.

Después del reconocimiento, si el evento todavía permanece, el led quedará encendido. Caso haya sido normalizado, el led pasará a titilar despacio. Con un nuevo reconocimiento, el evento será reajustado/resetado.

Caso el evento haya sido resuelto antes del reconocimiento inicial, el led continuará titilando rápido. Después del reconocimiento, el led pasará a titilar despacio.

Para reajustar/resetar individualmente un evento ya reconocido y normalizado, presionar nuevamente la tecla de reconocimiento. Caso se desee reajustar/resetar varios eventos ya reconocidos y normalizados, presionar la tecla *cancela*: todas las alarmas en condición de ser ajustadas/resetadas apagarán.

Se tiene entonces en esta secuencia la necesidad de dos reconocimientos: uno de la propia alarma y otro de su normalización.

d) Secuencia ISA 2C:

Cuando ocurre un evento, el led señalizador titilará.

Después del reconocimiento, si el evento todavía permanece, el led quedará encendido. Caso haya sido normalizado, el led continuará encendido, aguardando un nuevo reconocimiento, para que el evento sea reajustado/resetado.

Caso el evento haya sido resuelto antes del reconocimiento, el led titilará hasta que sea reconocido, permaneciendo encendido.

Para reajustar/resetar individualmente un evento ya reconocido y normalizado, presionar nuevamente la tecla de reconocimiento. Caso se desee reajustar/resetar varios eventos ya reconocidos y normalizados, presionar la tecla *cancela*: todas las alarmas en condición de ser ajustadas/resetadas apagarán.

De modo similar a la secuencia ISA 2A, se tiene entonces la necesidad de dos reconocimientos: uno de la propia alarma y otro de su normalización.

Apéndice D- Mapa de Registradores

Las informaciones de este apéndice permiten que todas las lecturas, selecciones y comandos del Módulo de Interface BM-MMI sean efectuados por medio de su puerta de comunicación serial RS485. La utilización de esta comunicación serial es opcional.

Informaciones generales

Protocolo: Modbus

Modo: RTU (binario)

Tasa de transmisión: seleccionable en 9600, 19200 y 38400 bps

Bits de datos: 8

Bits de parada: 2

Paridad: Ninguna

Aplicable a la versión de firware: 1.02

Registradores para Escrita e Leitura - BM-MMI				
Register	**Bit (0=LSB, 7=MSB)**	**Description**	**Measurement Range or State**	**Step**
1	-	Language	0 = Portuguese 1 = English 2 = Spanish	1
2	-	Number of Sets	0...3	1
3	-	ISA Sequence	0 = ISA Code 1 1 = ISA Code 1B 2 = ISA Code 2A 3 = ISA Code 2C	1
4	-	Data logging interval (LOG)	12...240 (hours)	1
5	-	Low leakage current warning set point (mA)	0...100 (mA)	1
6	-	Relays Histerese	0...99 (units)	1
7	-	Analog Output Range (AOR)	0= 0-1mA 1= 0-5mA 2= 0-10mA 3= 0-20mA 4= 4-20mA	1
8	-	Trend Time Constant (TTC)	1...30 (days)	1
9	-	Average Time	1...10 (days)	1
10	-	Capacitance Full Scale Set 1	100...1000 (pF)	1
11	-	Tangent Full Scale Set 1	0.20...2.00 (%)	0.01
12	-	Capacitance Full Scale Set 2	100...1000 (pF)	1
13	-	Tangent Full Scale Set 2	0.20...2.00 (%)	0.01
14	-	Capacitance Full Scale Set 3	100...1000 (pF)	1
15	-	Tangent Full Scale Set 3	0.20...2.00 (%)	0.01

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
16	-	Analog Variable 1 (AV1)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1
17	-	Analog Variable 2 (AV2)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
18	-	Analog Variable 3 (AV3)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1
19	-	Analog Variable 4 (AV4)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
20	-	Analog Variable 5 (AV5)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1
21	-	Analog Variable 6 (AV6)	0 = Capacitance Set 1 Phase A 1 = Tan Delta Set 1 Phase A 2 = Capacitance Set 1 Phase B 3 = Tan Delta Set 1 Phase B 4 = Capacitance Set 1 Phase C 5 = Tan Delta Set 1 Phase C 6 = Highest Capacitance Set 1 7 = Highest Tan Delta Set 1 8 = Capacitance Set 2 Phase A 9 = Tan Delta Set 2 Phase A 10 = Capacitance Set 2 Phase B 11 = Tan Delta Set 2 Phase B 12 = Capacitance Set 2 Phase C 13 = Tan Delta Set 2 Phase C 14 = Highest Capacitance Set 2 15 = Highest Tan Delta Set 2 16 = Capacitance Set 3 Phase A 17 = Tan Delta Set 3 Phase A 18 = Capacitance Set 3 Phase B 19 = Tan Delta Set 3 Phase B 20 = Capacitance Set 3 Phase C 21 = Tan Delta Set 3 Phase C 22 = Highest Capacitance Set 3 23 = Highest Tan Delta Set 3	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
22	0	Operation mode of output relay 1 (RL1)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	1	Operation mode of output relay 2 (RL2)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	2	Operation mode of output relay 3 (RL3)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	3	Operation mode of output relay 4 (RL4)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	4	Operation mode of output relay 5 (RL5)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	5	Operation mode of output relay 6 (RL6)	1= Normally open 0= Normally closed	1
	6	-	-	-
	7	-	-	-
23	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **1** Phase **A**)	50...1000pF	1
24	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
25	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **1** Phase **A**)	50...1000pF	1
26	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
27	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set **1** Phase **A**)	1...1000pF/day	1
28	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
29	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set **1** Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
30	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
31	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
32	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
33	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **A**)	0.10...2.00%/day	0.01
34	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
35	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **1** Phase **A**)	50...900	1
36	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **1** Phase **A**)	0.10...1.50	0.01
37	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **1** Phase B)	50...1000pF	1
38	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **1** Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
39	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **1** Phase B)	50...1000pF	1
40	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **1** Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
41	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set **1** Phase B)	1...1000pF/day	1
42	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set **1** Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
43	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set **1** Phase B)	0.10...2.00%	0.01
44	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set **1** Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
45	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase B)	0.10...2.00%	0.01
46	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
47	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **B**)	0.10...2.00%/day	1
48	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
49	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **1** Phase **B**)	50...900	1
50	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **1** Phase **B**)	0.10...1.50	0.01
51	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **1** Phase **C**)	50...1000pF	1
52	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **1** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
53	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **1** Phase **C**)	50...1000pF	1
54	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **1** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
55	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set **1** Phase C)	1...1000pF/day	1
56	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set **1** Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
57	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set **1** Phase C)	0.10...2.00%	0.01
58	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set **1** Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
59	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase C)	0.10...2.00%	0.01
60	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set **1** Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
61	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **C**)	0.10...2.00%/day	1
62	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **1** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
63	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **1** Phase **C**)	50...900	1
64	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **1** Phase **C**)	0.10...1.50	0.01
65	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **2** Phase **A**)	50...1000pF	1
66	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **2** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
67	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **A**)	50...1000pF	1
68	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
69	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 2 Phase **A**)	1...1000pF/day	1
70	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 2 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
71	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 2 Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
72	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 2 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
73	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
74	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
75	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **A**)	0.10...2.00%/day	1
76	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
77	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **2** Phase **A**)	50...900	1
78	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **2** Phase **A**)	0.10...1.50	0.01
79	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **2** Phase **B**)	50...1000pF	1
80	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **2** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
81	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **B**)	50...1000pF	1
82	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
83	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 2 Phase B)	1...1000pF/day	1
84	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 2 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
85	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 2 Phase B)	0.10...2.00%	0.01
86	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 2 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
87	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase B)	0.10...2.00%	0.01
88	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
89	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **B**)	0.10...2.00%/day	1
90	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
91	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **2** Phase **B**)	50...900	1
92	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **2** Phase **B**)	0.10...1.50	0.01
93	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **2** Phase **C**)	50...1000pF	1
94	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **2** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
95	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **C**)	50...1000pF	1
96	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **2** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
97	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 2 Phase C)	1...1000pF/day	1
98	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 2 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
99	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 2 Phase C)	0.10...2.00%	0.01
100	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 2 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
101	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase C)	0.10...2.00%	0.01
102	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 2 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
103	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **C**)	0.10...2.00%/day	1
104	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **2** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
105	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **2** Phase **C**)	50...900	1
106	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **2** Phase **C**)	0.10...1.50	0.01
107	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **3** Phase **A**)	50...1000pF	1
108	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **3** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
109	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **A**)	50...1000pF	1
110	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
111	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 3 Phase **A**)	1...1000pF/day	1
112	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 3 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
113	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 3 Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
114	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 3 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
115	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase **A**)	0.10...2.00%	0.01
116	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
117	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **A**)	0.10...2.00%/day	1
118	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **A**)	0...5 (RL1...RL6)	1
119	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **3** Phase **A**)	50...900	1
120	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **3** Phase **A**)	0.10...1.50	0.01
121	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **3** Phase **B**)	50...1000pF	1
122	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **3** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
123	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **B**)	50...1000pF	1
124	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
125	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 3 Phase B)	1...1000pF/day	1
126	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 3 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
127	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 3 Phase B)	0.10...2.00%	0.01
128	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 3 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
129	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase B)	0.10...2.00%	0.01
130	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase B)	0...5 (RL1...RL6)	1
131	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **B**)	0.10...2.00%/day	1
132	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **B**)	0...5 (RL1...RL6)	1
133	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **3** Phase **B**)	50...900	1
134	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **3** Phase **B**)	0.10...1.50	0.01
135	-	Alarm set point **Capacitance High** (Set **3** Phase **C**)	50...1000pF	1
136	-	Relay for alarm **Capacitance High** (Set **3** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
137	-	Alarm set point **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **C**)	50...1000pF	1
138	-	Relay for alarm **Capacitance Very High** (Set **3** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
139	-	Alarm set point **Trend Cap. High** (Set 3 Phase C)	1...1000pF/day	1
140	-	Relay for alarm **Trend Cap. High** (Set 3 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
141	-	Alarm set point **Tan Delta High** (Set 3 Phase C)	0.10...2.00%	0.01
142	-	Relay for alarm **Tan Delta High** (Set 3 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
143	-	Alarm set point **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase C)	0.10...2.00%	0.01
144	-	Relay for alarm **Tan Delta Very High** (Set 3 Phase C)	0...5 (RL1...RL6)	1
145	-	Alarm set point **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **C**)	0.10...2.00%/day	1
146	-	Relay for alarm **Trend Tan Delta High** (Set **3** Phase **C**)	0...5 (RL1...RL6)	1
147	-	**Initial capacitance** (pF) (Set **3** Phase **C**)	50...900	1
148	-	**Initial Tangent Delta** (%) (Set **3** Phase **C**)	0.10...1.50	0.01

Registradores Somente Leitura - BM-MMI				
Register	**Bit (0=LSB, 7=MSB)**	**Description**	**Measurement Range or State**	**Step**
149	-	**Capacitance** Set **1** Phase **A** (pF)	0...1000 pF	1
150	-	**Tangent Delta** Set **1** Phase **A** (%)	0.0...2.00%	0.01
151	-	**Rate of change capacitance** Set **1** Phase **A** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
152	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **1** Phase **A** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
153	-	**Capacitance** Set **1** Phase **B** (pF)	0...1000 pF	1
154	-	**Tangent Delta** Set **1** Phase **B** (%)	0.0...2.00%	0.01
155	-	**Rate of change capacitance** Set **1** Phase **B** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
156	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **1** Phase **B** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
157	-	**Capacitance** Set **1** Phase **C** (pF)	0...1000 pF	1
158	-	**Tangent Delta** Set **1** Phase **C** (%)	0.0...2.00%	0.01
159	-	**Rate of change capacitance** Set **1** Phase **C** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
160	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **1** Phase **C** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
161	-	**Capacitance** Set **2** Phase **A** (pF)	0...1000 pF	1
162	-	**Tangent Delta** Set **2** Phase **A** (%)	0.0...2.00%	0.01
163	-	**Rate of change capacitance** Set **2** Phase **A** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
164	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **2** Phase **A** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
165	-	**Capacitance** Set **2** Phase **B** (pF)	0...1000 pF	1
166	-	**Tangent Delta** Set **2** Phase **B** (%)	0.0...2.00%	0.01
167	-	**Rate of change capacitance** Set **2** Phase **B** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
168	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **2** Phase **B** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
169	-	**Capacitance** Set **2** Phase **C** (pF)	0...1000 pF	1
170	-	**Tangent Delta** Set **2** Phase **C** (%)	0.0...2.00%	0.01
171	-	**Rate of change capacitance** Set **2** Phase **C** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
172	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **2** Phase **C** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
173	-	**Capacitance** Set **3** Phase **A** (pF)	0...1000 pF	1
174	-	**Tangent Delta** Set **3** Phase **A** (%)	0.0...2.00%	0.01
175	-	**Rate of change capacitance** Set **3** Phase **A** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
176	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **3** Phase **A** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
177	-	**Capacitance** Set **3** Phase **B** (pF)	0...1000 pF	1
178	-	**Tangent Delta** Set **3** Phase **B** (%)	0.0...2.00%	0.01
179	-	**Rate of change capacitance** Set **3** Phase **B** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
180	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **3** Phase **B** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01

Register	Bit (0=LSB, 7=MSB)	Description	Measurement Range or State	Step
181	-	**Capacitance** Set **3** Phase **C** (pF)	0...1000 pF	1
182	-	**Tangent Delta** Set **3** Phase **C** (%)	0.0...2.00%	0.01
183	-	**Rate of change capacitance** Set **3** Phase **C** (pF/day)	0...1000 pF/day	1
184	-	**Rate of change Tangent Delta** Set **3** Phase **C** (%/day)	0.0...2.00%/day	0.01
185	0	Output relay 1 (RL1)	0= open; 1= closed	1
	1	Output relay 2 (RL2)	0= open; 1= closed	1
	2	Output relay 3 (RL3)	0= open; 1= closed	1
	3	Output relay 4 (RL4)	0= open; 1= closed	1
	4	Output relay 5 (RL5)	0= open; 1= closed	1
	5	Output relay 6 (RL6)	0= open; 1= closed	1
	6	Low leakage current warning	0= normal; 1= warning	1
	7	Internal error (self-diagnostics)	0= normal; 1= error	1
186	-	**Leakage current** Set 1 Phase A (mA)	0...100.00 mA	0.01
187	-	**Leakage current** Set 1 Phase B (mA)	0...100.00 mA	0.01
188	-	**Leakage current** Set 1 Phase C (mA)	0...100.00 mA	0.01
189	-	**Sum current** Set 1 (mA)	0...20.000 mA	0.001
190	-	**Phase angle of sum current** Set 1 (º)	0...360.0 mA	0.1
191	-	**Leakage current** Set 2 Phase A (mA)	0...100.00 mA	0.01
192	-	**Leakage current** Set 2 Phase B (mA)	0...100.00 mA	0.01
193	-	**Leakage current** Set 2 Phase C (mA)	0...100.00 mA	0.01
194	-	**Sum current** Set 2 (mA)	0...20.000 mA	0.001
195	-	**Phase angle of sum current** Set 2 (º)	0...360.0 mA	0.1
196	-	**Leakage current** Set 3 Phase A (mA)	0...100.00 mA	0.01
197	-	**Leakage current** Set 3 Phase B (mA)	0...100.00 mA	0.01
198	-	**Leakage current** Set 3 Phase C (mA)	0...100.00 mA	0.01
199	-	**Sum current** Set 3 (mA)	0...20.000 mA	0.001
200	-	**Phase angle of sum current** Set 3 (º)	0...360.0 mA	0.1

Brasil

Treetech Sistemas Digitais Ltda.
Praça Claudino Alves, 141 – Centro
Atibaia – SP – Brasil
CEP 12940-040

Estados Unidos

TreeTech USA
685 Mosser Rd. Ste 124 McHenry, MD 21541
Phone: 301-387-7012
Fax: 301-387-7013
e-mail:info@treetechusa.com
www.treetechusa.com

México

Equipos para Alta Tensión S.A.C.V
Colector la quebrada nº 13A 104
Fracc Balle Esmeralda CP 5
Tel.: 52 55 5311 2459
e-mail: equiposat@att.net.mx

Paraguai

EMQUIMICA
Av. General Santos, 785, Barrio Las Mercedes
P.O. BOX 901 - Asunción - Paraguay
Tel.: 595 21 214 814
e-mail: emquimic@rieder.net.py

Peru

Logytec - Instrumentos Electro-Electrónicos
Isidoro Suárez 219 San Miguel Lima 32 Peru
Telfs.: 511 452-3111 / 511 562.3179
Fax: 511 464.4889
e-mail:ventas@logytec.com.pe

Russia, Ucrânia e demais países da CEI (Comunidade dos Estados Independentes)

S.C.A. Ltd.
13 Minskaya St., Zaporozhye 69015
Ukraine
Tel./Fax: +38 (0612) 13-91-05
+38 (0612) 12-65-01
e-mail: symont@yandex.ru